

# Učinkovitost najčešće korištenih dodataka prehrani za sportaše

---

Hajdinjak, Elena

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Pharmacy and Biochemistry / Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:550599>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-25**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Pharmacy and Biochemistry University of Zagreb](#)



Elena Hajdinjak

Učinkovitost najčešće korištenih dodataka prehrani  
za sportaše

**DIPLOMSKI RAD**

Predan Sveučilištu u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu

Zagreb, 2019.

Ovaj diplomski rad predan je Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu i izrađen u Zavodu za kemiju prehrane pod stručnim vodstvom doc.dr.sc. Lovorke Vujić.

*Zahvaljujem svojoj mentorici, doc.dr.sc Lovorki Vujić, na stručnom vodstvu, savjetima i pruženoj pomoći tijekom izrade diplomskog rada.*

*Hvala i mojoj obitelji na bezuvjetnoj podršci, potpori, razumijevanju i ukazanom povjerenju.*

*Zahvaljujem se mojim divnim prijateljima koji su mi tijekom studentskih dana bili ogromna potpora, što su me ohrabivali i vjerovali u mene. Hvala što ste me natjerali da tražim uvijek više od sebe. Vama koje sam upoznala tijekom studiranja, donijeli ste posebnu čar u studentske dane, hvala vam na neprocjenjivim uspomenama i radujem se novima koje nas tek čekaju.*

# SADRŽAJ

|        |                                                               |    |
|--------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | UVOD .....                                                    | 1  |
| 1.1.   | POVEĆANE POTREBE ZA NUTRIJENTIMA KOD TJELESNE AKTIVNOSTI..... | 2  |
| 1.1.1. | PROTEINI .....                                                | 5  |
| 1.1.2. | UGLJIKOHIDRATI .....                                          | 6  |
| 1.1.3. | VITAMINI B SKUPINE.....                                       | 7  |
| 1.1.4. | VITAMIN D .....                                               | 9  |
| 1.1.5. | KALCIJ .....                                                  | 11 |
| 1.1.6. | MAGNEZIJ.....                                                 | 12 |
| 1.1.7. | CINK.....                                                     | 12 |
| 1.2.   | VODA I HIDRACIJA .....                                        | 13 |
| 1.2.1. | VODA .....                                                    | 13 |
| 1.2.2. | PROCJENA STUPNJA HIDRACIJE.....                               | 14 |
| 1.3.   | POTREBE SPORTAŠA.....                                         | 15 |
| 2.     | OBRAZLOŽENJE TEME .....                                       | 17 |
| 3.     | MATERIJALI I METODE .....                                     | 19 |
| 4.     | REZULTATI I RASPRAVA .....                                    | 21 |
| 4.1.   | AMINOKISELINE .....                                           | 22 |
| 4.1.1. | KREATIN .....                                                 | 22 |
| 4.1.2. | AMINOKISELINE RAZGRANATOG LANCA (BCAA) .....                  | 24 |
| 4.1.3. | GLUTAMIN .....                                                | 25 |
| 4.1.4. | L-KARNITIN.....                                               | 26 |
| 4.1.5. | KOLAGEN .....                                                 | 27 |
| 4.2.   | UGLJIKOHIDRATI.....                                           | 28 |
| 4.2.1. | UTJECAJ GLIKEMIJSKOG INDEKSA.....                             | 28 |
| 4.2.1. | PUNJENJE REZERV GLIKOGENA (eng. „CARBO-LOADING“).....         | 29 |
| 4.3.   | MIKRONUTRIJENTI.....                                          | 31 |
| 4.3.1. | VITAMINI B SKUPINE.....                                       | 31 |
| 4.3.2. | MAGNEZIJ.....                                                 | 32 |
| 4.3.3. | CINK.....                                                     | 33 |
| 4.3.4. | KALCIJ I VITAMIN D .....                                      | 34 |
| 4.4.   | REHIDRACIJA.....                                              | 35 |
| 5.     | ZAKLJUČCI.....                                                | 37 |
| 6.     | LITERATURA.....                                               | 40 |
| 7.     | SAŽETAK.....                                                  | 50 |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 7.SUMMARY .....                         | 52 |
| 8.TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA..... | 54 |

## 1. UVOD

---

## 1.1. POVEĆANE POTREBE ZA NUTRIJENTIMA KOD TJELESNE AKTIVNOSTI

---

Profesionalni sportaši danas se nalaze pod velikim pritiskom kako bi uspjeli u ostvarivanju vrhunskih rezultata. Sportski uspjeh uvjetuje genetika koja određuje fiziološke i funkcionalne sposobnosti, zatim trening pod stručnim vodstvom, motivacija i uloženi trud te naravno prehrana i prehrambene navike samog sportaša. Na čimbenike kao što je genetika sam pojedinac ne može utjecati ali može utjecati na vanjske čimbenike uspjeha kao što su pravilna izvedba treninga i prehrana. Naime, upravo je prehrana ta koja omogućuje unos energije, potrebnih makro- i mikronutrijenata te rehidraciju. Najveća svjetska organizacija profesionalaca s područja prehrane (Academy of Nutrition and Dietetics), odnosno sportske medicine (American College of Sports and Medicine) ističu da optimalna prehrana unaprijeđuje tjelesnu aktivnost, sportsku izvedbu i oporavak od vježbanja. Ozbiljnije proučavanje i istraživanje značaja prehrane sportaša počinju potkraj šezdesetih godina prošlog stoljeća tako da je to relativno novo područje u razvoju. Makronutrijenti koji se unose prehranom su proteini, ugljikohidrati i masti dok se pod mikronutrijente ubrajaju vitamini i minerali. Kod sportaša unos makro- i mikronutrijenata mora zadovoljiti potrebe organizma u treningu u određenom trenutku, ovisno radi li se o periodu treniranja ili o periodu pripreme za natjecanje. S obzirom da se deficit pojedinih nutrijenata može teško prepoznati u početku, sportaši često uzimaju određene dodatke prehrani po preporuci trenera, nutricionista ili treće osobe kako bi spriječili razvoj deficita, unaprijedili svoje mogućnosti te prekrili nedostatke lošije prehrane. Tako se sve veći broj sportaša odlučuje za uzimanje dodataka prehrani u nastojanju poboljšanja općeg stanja organizma ili stjecanja prednosti nad konkurencijom (Maughan i sur., 2007).

Dodatak prehrani ili suplement je svaka aktivna tvar koja se uzima na usta sa svrhom obogaćivanja prehrane, preveniranja bolesti, pojačavanja snage, povećavanja mišićne mase, ali uz preduvjet da nije lijek (Kulier, 2000) .

Prema Dietary Health and Education Act-u, objavljenom 1994.godine, dodatak prehrani je svaki proizvod (osim duhana) koji je namijenjen nadopuni prehrane, a sadrži jednu od slijedećih komponenti- vitamine, minerale, bilje ili ljekovito bilje, njihove koncentrate, ekstrakte ili pak njihove smjese (Kulier, 2000).

Prema Ministarstvu zdravstva RH, dodacima prehrani smatra se hrana čija je svrha dopuniti uobičajenu prehranu, a koja predstavlja koncentrirane izvore hranjivih tvari ili druge tvari prehrambenog ili fiziološkog učinka, pojedinačne ili u kombinaciji, na tržištu u doziranom obliku, to jest oblicima kao što su kapsule, pastile, tablete, pilule i slično, vrećice praha, ampule tekućine, bočice na kapaljku, te ostali slični oblici tekućine i praha smatraju se pripravci proizvedeni iz koncentriranih izvora hranjivih tvari (vitamini i minerali) ili drugih tvari s hranjivim ili fiziološkim učinkom (<https://zdravstvo.gov.hr/>).

Dodaci prehrani mogu biti vitamini, minerali, masne kiseline, aminokiseline, enzimi, ekstrakti biljaka, žive kulture mikroorganizama... Također, moraju imati propisanu deklaraciju, no za razliku od lijekova oni se ne moraju registrirati kod FDA (Američka Agencija za hranu i lijekove), odnosno ne moraju prolaziti poprilično kompliciranu proceduru kao što prolaze lijekovi te ne postoji obaveza analize gotovih pripravaka kod državnih institucija. Dodaci prehrani nisu lijekovi, ne liječe bolesti, ali imaju utjecaja na ljudski organizam, mogu prevenirati bolesti, ojačati imunitet, olakšati neke simptome i unaprijediti opće stanje organizma.

Dodaci prehrani u Republici Hrvatskoj regulirani su Pravilnikom o dodacima prehrani („Narodne novine“, broj 126/2013) i Zakonom o prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama te hrani obogaćenoj nutrijentima („Narodne novine br. 39/13“) koje donosi Ministarstvo zdravstva (<https://narodne-novine.nn.hr/>). Pravilnik o dodacima prehrani točno propisuje uvjete koji moraju biti ispunjeni vezano uz sastav, označavanje i stavljanje dodatka prehrani na tržište. Prema pravilniku, dodacima prehrani smatraju se pripravci proizvedeni iz koncentriranih izvora hranjivih tvari ili drugih tvari s hranjivim ili fiziološkim učinkom koji imaju svrhu dodatno obogatiti uobičajenu prehranu u cilju održavanja zdravlja. Članak 6. i 7. pravilnika vezani su uz uvjete označavanja i reklamiranje samog proizvoda prije stavljanja na tržište. Primjerice: označavanje, reklamiranje i prezentiranje dodataka prehrani mora biti takvo da:

- proizvodu ne pripisuje svojstva prevencije, terapije i liječenja bolesti ljudi ili upućuje na takva svojstva,
- ne sadrži navode koji upućuju da uravnotežena i raznolika prehrana ne može općenito pružiti primjerene količine hranjivih tvari.

Također, pri označavanju dodataka prehrani ne dovodeći u pitanje odredbe posebnih propisa o označavanju reklamiranju i prezentiranju, odnosno informiranju potrošača o hrani obvezno je navođenje sljedećih podataka:



- uz naziv proizvoda istaknuti navod: »dodatak prehrani«,
- upozorenja da se preporučene dnevne doze ne smiju prekoračiti,
- izjavu da dodatak prehrani nije nadomjestak ili zamjena uravnoteženoj prehrani,
- izjavu da proizvod treba čuvati od dohvata male djece,
- dodatna upozorenja ako ih ima,
- kod dodataka prehrani s biljnim tvarima obvezno je navesti hrvatski i latinski naziv biljne vrste sukladno posebnom propisu i hrvatski naziv biljnog organa,
- količinu hranjivih tvari ili drugih tvari s fiziološkim učinkom prisutnu u količini preporučenoj za dnevnu uporabu.

Dodaci prehrani se kod sportaša često koriste jer se smatra da imaju ergogeno djelovanje. Pod tim pojmom podrazumijeva se da dodatak prehrani može povećati snagu i izdržljivost pojedinca. Ergolitičko djelovanje je suprotno ergogenom, odnosno smanjuje snagu i izdržljivost pojedinca.

Pod makronutrijente ubrajamo proteine, ugljikohidrate, masti i vodu, a oni svojom razgradnjom omogućavaju energiju organizmu za funkcioniranje i rad. Upravo makronutrijenti čine veći dio prehrane, za razliku od mikronutrijenata koji čine manji dio prehranbenog unosa.

Kod definiranja dnevnog unosa i potreba organizma, bitno je spomenuti nekoliko pojmova. RDA (eng. *Recommended Dietary Allowances*) je preporučeni dnevni unos i definira se kao razina unosa esencijalnih hranjivih tvari koja je adekvatna da zadovolji nutritivne potrebe gotovo svih (97-98%) zdravih osoba. Također, definiran je i DRI (eng. *Dietary Reference Intake*), prehrambeni referentni unos koji čine zapravo četiri vrijednosti, a to su: RDA, adekvatan unos ili AI (eng. *Adequate Intake* tj. preporuka dnevnog unosa koja se temelji na opažanjima o prosječnom unosu kod zdravih pojedinaca i definira se kad nema dovoljno podataka za definiciju RDA vrijednosti), zatim podnošljiva gornja razina ili UI (eng. *Tolerable Upper Intake Level*) koja je definirana kao najviši dnevni unos hranjive tvari za koji je vjerojatno da ne predstavlja rizik od toksičnosti te na kraju procijenjena prosječna potreba ili EAR (eng. *Estimated Average Requirement*) koja podrazumijeva količinu hranjive tvari koje je procijenjena da zadovolji potrebe polovice svih zdravih pojedinaca u populaciji (Vitali Čepo, 2017).

### 1.1.1. PROTEINI

Glavne građevne jedinice proteina su aminokiseline, povezane peptidnim vezama. Svi proteini, bilo čovjeka, životinje ili neke druge vrste izgrađeni su od istog skupa od 20 aminokiselina koje se dijele u esencijalne, uvjetno esencijalne te neesencijalne aminokiseline. Esencijalne aminokiseline nužno je unositi hranom jer ih ljudski organizam ne sintetizira ili ih ne sintetizira u dovoljnoj količini. Uvjetno esencijalne aminokiseline postaju esencijalne kiseline u određenim uvjetima kao što su određene bolesti ili stres dok su neesencijalne aminokiseline one koje zdrav organizam sintetizira u dovoljnoj količini. Sam redoslijed aminokiselina u proteinu određuje njegovu funkciju, a on je zapisan u genomu pojedinca. Proteini u organizmu imaju različite funkcije, biološki su katalizatori, enzimi, transporter, receptori i još mnoge druge. U ljudskom tijelu, jedni od najpoznatijih su strukturni protein kolagen koji ima ulogu kod čvrstoće i elastičnosti kože i kostiju te aktin i miozin, proteini koji sudjeluju u mišićnoj kontrakciji. Unos proteina kod zdravog pojedinca uglavnom je osiguran uobičajenom prehranom. Najbolji izvori esencijalnih aminokiselina su proteini animalnog porijekla, kao što je meso, jaja, riba, mlijeko i mliječni proizvodi. Tjelesna aktivnost povećava potrebu za unosom proteina (Tablica 1), stoga upravo zbog strukturne uloge aminokiselina kod mišićnih proteina, određene aminokiseline se koriste kao dodaci prehrani pod pretpostavkom da pojačavaju sintezu proteina u mišićima. Bitno je napomenuti da unos proteina ne bi trebao biti veći od 2g/kg tjelesne mase (Šatalić i sur., 2016).

**TABLICA 1.** Preporuke za unos proteina

| Skupina                                         | g/kg TM                   |
|-------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Tjelesno neaktivne osobe</b>                 | 0,8-1,0                   |
| <b>Vrhunski sportaš (izdržljivost)</b>          | 1,6                       |
| <b>Tjelesna aktivnost umjerenog intenziteta</b> | 1,2                       |
| <b>Rekreativac</b>                              | 0,8-1,0                   |
| <b>Nogomet i sportovi snage</b>                 | 1,4-1,7                   |
| <b>Početak (snaga)</b>                          | 1,5-1,7                   |
| <b>Ravnotežno stanje (snaga)</b>                | 1,0-1,2                   |
| <b>Žene</b>                                     | 10-20% manje od muškaraca |

**IZVOR:** Šatalić i sur., 2016.

## 1.1.2. UGLJIKOHIDRATI

Ugljikohidrati su makromolekule sastavljene od vodikovih, kisikovih i ugljikovih atoma, empirijske formule  $C_m(H_2O)_n$ . Često se za ugljikohidrate koristi sinonim „šećeri“ te ih se nepravilno svrstava u „nezdrave“ namirnice jer se povezuju s prekomjernom tjelesnom težinom te se stoga, vrlo često, kod sportaša ograničava unos ugljikohidrata kako bi održali tjelesnu težinu u željenim granicama. Ugljikohidrati se dijele na mono- i disaharide (jednostavni šećeri) te oligo- i polisaharide (složeni šećeri). Kao i proteini, ugljikohidrati nose brojne uloge, kao što su spremišta energije, strukturalne komponente, komponente koenzima i dr.

Pojam koji se često spominje vezano uz prehranu sportaša i ugljikohidrate je glikemijski indeks. Glikemijski indeks je kvalitativno svojstvo ugljikohidrata koje govori koliko brzo raste koncentracija glukoze u krvi nakon obroka, a može se izraziti u mjeri od 1 do 100. Namirnice kao što su pivo, datulje, bijeli kruh imaju visoki glikemijski indeks ( $> 70$ ) te brzo nakon obroka povišuju koncentraciju glukoze u krvi. U namirnice srednjeg glikemijskog indeksa (50-70) spadaju cous-cous, musli, banana, kukuruz, a u namirnice niskog glikemijskog indeksa ( $< 50$ ) ubrajamo sve vrste mekinja, integralnu rižu, zobene pahuljice, slanutak itd. Mlijeko i mliječni proizvodi su jedine namirnice životinjskog podrijetla koji sadrže ugljikohidrat, laktozu. Uglavnom, hrana bogata proteinima ima nizak glikemijski indeks jer ima smanjeni udio ugljikohidrata. Sam glikemijski indeks ne daje informaciju koliko ugljikohidrata sadrži neka namirnica, zbog toga je uveden pojam glikemijskog punjenja koji obuhvaća uz glikemijski indeks i bioraspoloživost ugljikohidrata u namirnici (Vitali Čepo, 2017). Hrana niskog glikemijskog indeksa poželjna je prije tjelesne aktivnosti, hrana srednjeg glikemijskog indeksa poželjna je tijekom, a hrana visokog glikemijskog indeksa nakon tjelesne aktivnosti. Obrok prije tjelesne aktivnosti ima zadatak nastaviti puniti zalihe mišićnog glikogena, zatim obnovu glikogena u jetri, hidraciju i prevenciju gladi. Tijekom same tjelesne aktivnosti, unos ugljikohidrata ima ergogeni učinak jer se pretpostavlja da usporava trošenje jetrenog glikogena. Preporuke za unos ugljikohidrata kod sportaša prikazane u Tablici 2 (Štalić i sur., 2016). Upravo tijekom aktivnosti, ugljikohidrati se uglavnom daju u izotoničnim napitcima, u koncentraciji 6%-8%, o čemu će biti riječi malo kasnije.

**TABLICA 2.** Preporuke za unos ugljikohidrata kod sportaša

| Opis aktivnosti i populacije                    | Ugljikohidrati (g/kg TM) |
|-------------------------------------------------|--------------------------|
| Niski intenzitet, trening vještine, lak trening | 3-5                      |
| Umjeren trening, veća TM                        | 3-5                      |
| Umjeren trening, slijeđenje redukcijske dijeta  | 3-5                      |
| Umjeren intenzitet                              | 5-7                      |
| Treniranje > 1 h/dan                            | 5-7                      |
| Trening izdržljivosti                           | 6-10                     |
| Umjeren do visok intenzitet, 1-3 h/dan          | 6-10                     |
| Umjeren do visok intenzitet, > 4-5 h/dan        | 8-12                     |

**Izvor:** Šatalić i sur., 2016.

### 1.1.3. VITAMINI B SKUPINE

Pod vitamine B skupine ubrajamo tiamin (B<sub>1</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), niacin (B<sub>3</sub>), pantotensku kiselinu (B<sub>5</sub>), piridoksin (B<sub>6</sub>), folnu kiselinu (B<sub>9</sub>) i cijanokobalamin (B<sub>12</sub>). Oni se ubrajaju u skupinu vitamina topljivih u vodi, a svaki od njih ima jedinstvenu kemijsku strukturu i specifično djelovanje u organizmu. Primjerice tiamin, riboflavin, niacin, piridoksin, pantotenska kiselina i biotin sudjeluju u metabolizmu energije, dok su folna kiselina i cijanokobalamin uključeni u eritropoezu, sintezu proteina te održavanje i obnavljanje tkiva kao što je središnji živčani sustav (Vitali Čepo 2017). Preporučene DRI vrijednosti vitamina B kompleksa prikazane su u Tablici 3.

**TIAMIN** je bitna sastavnica svake stanice koja proizvodi „energetsku valutu“ našeg organizma adenozin trifosfat (ATP). Upravo bez njega ne bi bilo prerade makronutrijenata, niti putovanja električnog impulsa kroz živčani sustav. Najbogatiji izvori tiamina su pšenične klice, pšenica, grašak, grah, meso (osobito svinjetina) te orašasti plodovi. Pomaže kod prevencije umora, tvrdokornog stomatitisa, fibromialgija i kod stanja nakon pretjerivanja u naprezanju.

**RIBOFLAVIN** je koenzim enzima koji sudjeluju u respiratornom sustavu te je sastavni dio flavoproteina. Ima ulogu u aktivaciji vitamina piridoksina i folne kiseline, oksidaciji masnih kiselina, prijenosu elektrona i sintezi ATP-a, a djeluje i kao antioksidans. Najbogatiji izvori su

mlijeko, jaja, meso, masna riba, zeleno lisnato povrće i cjelovite žitarice. Koristi se u prevenciji migrena, katarakte te očuvanju kondicije sportaša.

**NIACIN** dolazi u dva aktivna oblika, kao niacin ili nikotinska kiselina te kao njena sol nikotinamid. Niacin sudjeluje u procesu otpuštanja energije iz ugljikohidrata, a regulira i promet kolesterola. Najbogatiji izvori niacina su riba, meso, pivski kvasac, kikiriki te cjelovite žitarice. Pomaže u regulaciji povišenog kolesterola i triglicerida, kod bolnih menstruacija, akni i fotosenzitivnosti.

**PANTOTENSKA KISELINA** uključena je u ciklus energije, sastavni je dio koenzima A, sudjeluje u formiranju neurotransmitera acetilkolina te sudjeluje u sintezi kolesterola. Njezini najbogatiji izvori su jaja, žitarice, losos i povrće. Pomaže u regulaciji povišenog kolesterola, kod probavnih smetnji, reumatoidnog artritisa i u prevenciji akni.

**PIRIDOKSIN** je vitamin koji sudjeluje u izgradnji aminokiselina, a samim time i proteina u organizmu, sudjeluje u sintezi hormona i neurotransmitera, sintezi hema te metabolizmu ugljikohidrata i masti. Najbogatiji izvori piridoksina su krumpir, banane, žitarice, puretina, tuna i iznutrice. Pomaže kod celijakije, regulacije povišenog kolesterola, bubrežnih kamenaca, ateroskleroze, predmenstrualnog sindroma i depresije.

**FOLNA KISELINA** je vitamin neophodan za pravilnu sintezu deoksiribonukleinske kiseline (DNA) te sudjeluje u ciklusu metionina koji se uvelike povezuje s raspoloženjem i depresijom. Najbogatiji izvori folne kiseline su zeleno lisnato povrće, citrusno voće i pšenične klice. Folna kiselina pomaže kod celijakije, Chronove bolesti i ulceroznog kolitisa, prevenciji kardiovaskularnih tegoba te se preventivno preporuča trudnicama kako bi se spriječile malformacije ploda. DRI vrijednost je 400 µg, a trudnicama se preporuča uzimanje 2 mjeseca prije začeća te kroz prvo tromjesečje trudnoće.

**CIJANOKOBALMIN** sudjeluje u pravilnoj aktivnosti živčanih stanica te stvaranju DNA i RNA. Zajedno s folnom kiselinom sudjeluje u eritropoezi, a zajedno s folnom kiselinom i piridoksinom regulira razinu homocisteina u krvi. Najbogatiji izvori cijanokobalamina su meso, mlijeko, riba i jaja. Pomaže u prevenciji Chronove bolesti, depresije, kontroliranju razine homocisteina, ateroskleroze i regulaciji povišenog kolesterola.

Zapravo su deficiti vitamina B skupine vrlo rijetki s obzirom da se prehranom uglavnom uspije unijeti dovoljan unos potrebnih vitamina.

**TABLICA 3.** Vitamini B kompleksa, njihovi najbogatiji izvori i DRI vrijednosti

| VITAMIN                     | IZVOR                                                                             | DRI        |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Tiamin</b>               | pšenične klice, pšenica, grašak, grah, meso(osobito svinjetini), orašasti plodovi | 1,0-1,2 mg |
| <b>Riboflavin</b>           | mlijeko, jaja, meso, masna riba, zeleno lisnato povrće, cjelovite žitarice        | 1,0-1,3 mg |
| <b>Niacin</b>               | riba, meso, pivski kvasac, kikiriki, cjelovite žitarice                           | 14-16 mg   |
| <b>Piridoksin</b>           | krumpir, banana, žitarice, puretina, tuna, iznutrice                              | 1,3 mg     |
| <b>Pantotenska kiselina</b> | jaja, žitarice, losos, povrće                                                     | 5 mg       |
| <b>Folna kiselina</b>       | zeleno lisnato povrće, citrusno voće, pšenične klice                              | 400 µg     |
| <b>Cijanokobalmin</b>       | meso, mlijeko, riba, jaja                                                         | 2,4 µg     |

### 1.1.4. VITAMIN D

Vitamin D ubraja se u vitamine topljive u mastima. Sintetizira se u keratinocitima djelovanjem Sunca, tj. djelovanjem UVB zraka na kolesterol u koži. Nakon sinteze prolazi kroz još dvije metaboličke promjene u jetri i bubrezima kako bi nastao aktivni oblik vitamina D - 1,25 dihidroksikolekalciferol (kalcitriol). Vitamin D definira se kao vitamin jer ga je potrebno unijeti u organizam s obzirom da ga ne nastaje dovoljno endogenom sintezom, no smatra se i hormonom upravo zato što ga organizam sintetizira iz kolesterola. Razlikujemo dva oblika vitamina D, D<sub>2</sub> (ergokalciferol) i D<sub>3</sub> (kolekalciferol) koji se apsorbiraju uz masnu frakciju hrane (Vitali Čepo 2017). Uloga vitamina D je održavanje homeostaze kalcija i fosfora u organizmu, reguliranje imunološkog odgovora, kao i reguliranje razine inzulina i glukoze u krvi te krvnog tlaka (Stryer i sur., 2013). Najbogatiji izvori vitamina D su losos, sardine, iznutrice, jaja, te kruh, cjelovite žitarice i gljive. Koncentraciju vitamina D u organizmu najbolje pokazuje serumska koncentracija 1,25 dihidroksikolekalciferola. No, problem kod statusa vitamina D je što njegova sinteza ovisi o vanjskim faktorima kao što su izloženost Suncu, godišnjem dobu, dobu dana, starosti (mlađi ljudi više sintetiziraju vitamina D), količini melanina u koži, kao i nanesenom zaštitnom faktoru. Svi ti faktori utječu na količinu vitamina D u organizmu pa je

samim time teže odrediti RDA i DRI vrijednosti (Vitali Čepo 2017). Opća preporuka vezana uz status vitamina D su da se izlaže suncu do 30 minuta dnevno između 10 i 15 sati.

Status vitamina D bilo bi poželjno provjeravati 2-3 puta godišnje, a poželjna razina kod sportaša je  $>75$  nmol/L zbog povoljnog utjecaja na imunološki sustav i regeneraciju mišića nakon ozljede. Status vitamina D te njegova povezanost s općem stanjem organizma prikazani su u Tablici 4. Pretpostavlja se da suplementacija vitaminom D može povećati razinu testosterona, a više razine vitamina D povezuju se i s većom snagom mišića ruku i nogu. Također, suplementacija vitaminom D<sub>3</sub> može pomoći u smanjenju rizika od respiratornih infekcija koje se češće javljaju kod sportaša sa napornim treninzima. Suplementacija vitaminom D<sub>2</sub> se ne preporučuje jer je moguća posljedica izraženije oštećenje mišića nakon intenzivnog vježbanja kao što je dizanje utega (Štalić i sur.,2016). Poseban oprez se preporučuje kod suplementacije zbog moguće toksičnosti vitamina D. Naime, kod dugoročno povišenog statusa vitamina D javlja se viša stopa kardiovaskularnih incidencija, karcinoma te viša stopa mortaliteta (Kulier, 2000).

**TABLICA 4.** Utjecaj statusa vitamina D na zdravlje čovjeka

| vit D (nmol/L)              | Status                                                                                   |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>&lt;30</b>               | deficit vitamina D, vodi do rahitisa kod dojenčadi i djece te osteomalacije kod odraslih |
| <b>30-50</b>                | smatra se nedovoljnim za zdravlje kostiju i cjelokupan status kod zdravih pojedinaca     |
| <b><math>\geq 50</math></b> | smatra se adekvatnim za zdravlje kostiju i cjelokupan status kod zdravih pojedinaca      |
| <b>&gt;125</b>              | potencijalno toksičan učinak                                                             |

**IZVOR :** <https://ods.od.nih.gov/>

### 1.1.5. KALCIJ

Kalcij je najzastupljeniji mineral u tijelu, s tim da se čak 99 % kalcija nalazi u kostima i zubima. Sudjeluje u prijenosu živčanih impulsa, kofaktor je nekim enzimima, sudjeluje u održavanju normalne mišićne aktivnosti i procesu koagulacije te predstavlja važan sastojak koštane mase (Vitali Čepo 2017).

Kalcij i vitamin D se kao dodatak prehrani koriste u kombinaciji za održavanje zdravlja i funkcije koštanog sustava, odnosno pomažu u prevenciji osteoporoze i rahitisa. Nedovoljan unos kalcija u kombinaciji s neadekvatnim statusom vitamina D povećava rizik od kasnijeg razvoja osteoporoze i prijeloma zamora (stres fracture) uslijed prenaprezanja ili pogreške u treningu, osobito među trkačicama (Štalić i sur., 2016). DRI vrijednost za kalcij iznosi 800-1000 mg za odrasle do 50 godina, a iznad te dobi vrijednost se penje na 1200 mg dnevno. Najbogatiji izvori kalcija su ponajviše mlijeko i mliječni proizvodi, potom bademi, brazilski oraščići i lisnato povrće.

Kao dodatak prehrani kalcij se najčešće koristi u obliku citrata ili karbonata, te je važno napomenuti kako je citrat pokazao bolju apsorpciju te se češće preporučuje. Također, trebao bi se uzimati u manjim dozama tijekom dana uz čašu vode kako bi se izbjegla moguća konstipacija (Kulier, 2000). Dnevno se ne preporučuje unositi više od 2500 mg kalcija zbog mogućih nuspojava kao što su konstipacija, mučnina, povraćanje, gastrointestinalne tegobe, a u vrlo visokim dozama i dugoročnoj primjeni moguće je i oštećenje bubrega.



### 1.1.6. MAGNEZIJ

Magnezij je jedan od najčešće korištenih dodataka prehrani kod sportaša. Pomaže izgradnji kostiju i zuba, sudjeluje u aktivaciji enzima i regulaciji razine nekih mikronutrijenata, kao što su kalcij, bakar i cink, a također je važan za pravilan rad bubrega, mišića i srca (Štalić i sur., 2016).

Magnezij pomaže kod astme, dijabetesa, fibromialgije, aritmije i zatajenja srca, osteoporoze, preeklampsije i eklampsije (Kulier, 2000; Vitali Čepo 2017).

Najbogatiji izvori magnezija su cjelovite žitarice, leguminoze, tofu, zeleno lisnato povrće i orašidi. DRI vrijednost je 400-420 mg za muškarce te 300-310 mg za žene.

Važno je naglasiti da osobe sa smanjenom funkcijom bubrega i jetre smiju uzimati magnezij, ali pod nadzorom liječnika. Isto tako, preveliki unos magnezija može imati laksativno djelovanje te se mogu javiti nuspojave kao što su povraćanje, proljev, mučnina i nizak krvni tlak (Kulier, 2000).

### 1.1.7. CINK

Cink spada u esencijalne minerale koji ima ulogu kofaktora brojnih enzima, sudjeluje u jačanju imunskog sustava, pravilnom radu štitnjače i gušterače te proizvodnji inzulina (Kulier, 2000).

Najbogatiji izvori cinka u prehrani su crveno meso, riba i perad odakle ga se apsorbira 20-40%, a nešto manje ga se apsorbira iz izvora kao što su leguminoze, cjelovite žitarice i tofu. DRI vrijednost za cink je 8-11 mg.

Kao dodatak prehrani, cink dolazi u nekoliko oblika, kao što su sulfat, citrat i pikolinat od kojih bolju apsorpciju postižu citrat i pikolinat. Uzima se uz čašu vode, a u slučaju preosjetljivosti želuca, može ga se uzimati uz obrok. Valja napomenuti da ga se ne smije uzimati istovremeno sa željezom ili kalcijem, a s obzirom da smanjuje apsorpciju bakra, kod dugotrajnijeg uzimanja preporuča se pratiti status bakra (Kulier, 2000).

## 1.2. VODA I HIDRACIJA

### 1.2.1. VODA

Voda je još jedan od esencijalnih nutrijenata koja ima brojne uloge u organizmu. Osim što je otapalo, tj. reakcijski medij, ona omogućava transport hranjivih tvari, uklanjanje otpadnih metabolita, sudjeluje u termoregulaciji zbog visokog specifičnog toplinskog kapaciteta, održava kardiovaskularni volumen te ima ulogu lubrikanta i gradivnog materijala. Oko 60% tjelesne mase čini voda, a dijeli se na unutarstaničnu (65-67%) i izvanstaničnu tekućinu (35-33%) koju čine međustanična tekućina i krvna plazma (Stryer i sur., 2013). Ravnotežu vode čini omjer unosa i gubitaka vode. Vodu unosimo hranom i pićem, a u tijelu postoji određena količina vode nastala razgradnjom hrane koja se naziva metabolička voda. Gubici vode odnose se na disanje, gubitke fecesom i urinom, znojenjem i isparavanjem kroz kožu. Kada dođe do povišenja osmolarnosti  $>280\text{mOsm}$ , počinje se lučiti antidiuretski hormon iz stražnjeg režnja hipofize koji djeluje na bubrege na način da povećava reapsorpciju vode te na taj način „štedi vodu“ i javlja se osjet žeđi (Vitali Čepo, 2017). Euhidracija je stanje u organizmu pri normalnoj količini tjelesne vode. Dehidracija je stanje kod kojeg dolazi do dinamičkog gubljenja tjelesne vode, a hiperhidracija je stanje povećane količine tjelesne vode. Kada dođe do dehidracije u organizmu, dolazi do redistribucije vode iz unutarstanične prema izvanstaničnoj tekućini radi održavanja volumena krvi. Kod dugotrajne tjelesne aktivnosti, pojačanog znojenja i nedovoljne nadoknade vode dehidracija iznosi 2-6% tjelesne mase (Štalić i sur., 2016).

**TABLICA 5.** Utjecaj dehidracije na fiziološke funkcije i tjelesnu aktivnost

| % smanjenja tjelesne mase | Utjecaj dehidracije na fiziološke funkcije i tjelesnu aktivnost                                                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                         | Uobičajene fluktuacije tjelesne mase                                                                                                         |
| 2-3                       | Pojava osjeta žeđi, slabljenje maksimalne aerobne snage, lošija termoregulacija, oslabljene kognitivne funkcije, oslabljena sportska izvedba |
| 4-5                       | Smanjenje radnog kapaciteta 20-30%, dodatno pogoršanje termoregulacije                                                                       |
| 6-7                       | Pogoršanje izvedbe $>50\%$ , visok rizik od kolapsa u vrućem okolišu                                                                         |
| 12                        | Teška hipertermija, neurološke smetnje, koma, smrt                                                                                           |

**IZVOR:** Štalić i sur., 2016.

Pri tjelesnoj aktivnosti, manjak vode povećava tjelesnu temperaturu, ubrzava rad srca i povećava percepciju napora. Tjelesna temperatura poveća se za 0,1-0,2°C za svaki gubitak tjelesne mase (TM) od 1%, a rad srca se ubrza za 3-5 otkucaja/min. Negativan utjecaj na sportsku izvedbu zamjećuje se pri gubitku TM oko 2%, a aerobna izvedba pogoršava se proporcionalno daljnjem padu stupnja hidracije (Tablica 5). Fiziološki faktori koji pridonose slabljenju aerobne izvedbe pri hipohidraciji su povećana tjelesna temperatura, povećano opterećenje kardiovaskularnog sustava, povećana potrošnja glikogena, smanjena opskrba kisikom zbog smanjenog volumena krvi te negativan utjecaj na funkcioniranje središnjeg živčanog sustava (Šatalić i sur., 2016). Također, kronična hipertoničnost plazme povećava rizik od gojaznosti i kroničnih bolesti. Povećan je rizik od bubrežnog kamenca, infekcija urinarnog trakta, karcinoma mokraćnog mjehura i debelog crijeva, konstipacije, hipertenzije, koronarne bolesti srca, žučnog kamenca, glaukoma i bolesti usne šupljine (Kulier, 2000).

## 1.2.2. PROCJENA STUPNJA HIDRACIJE

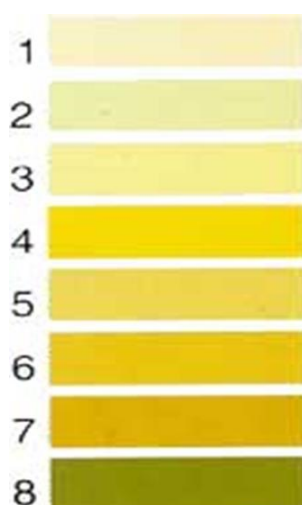
„Ako su vam usta toliko suha da ne možete pljunuti, u stanju ste dehidracije!“

Neki od praktičnih načina praćenja stupnja hidracije su mjerenje promjena tjelesne mase i skala za boju urina. Boja urina (Slika 1) je prihvatljiv način procjene stupnja hidracije kad nije potrebna velika preciznost, a predstavlja jednostavan i praktičan način samoprocjene stupnja hidracije u uvjetima bez laboratorija.

Drugi način procjene stupnja hidracije je mjerenje promjene tjelesne mase. Radi se na način da se izmjeri tjelesna masa prije i nakon tjelesne aktivnosti u trajanju dužeg od 1 sata. Vaganje se provodi s minimalno odjeće, a nakon tjelesne aktivnosti treba se osušiti ručnikom. Drugo vaganje se vrši u vremenu kraćem od 10 minuta nakon završetka aktivnosti, a prije mokrenja i konzumiranja hrane ili pića. Važno je napomenuti da se mora uračunati i popijena tekućina tijekom treninga.

Procjena gubitka vode može se izračunati prema formuli:

$$\text{gubitak vode} = \text{tjelesna težina prije treninga} - \text{tjelesna težina nakon treninga} \\ + \text{popijena tekućina tijekom treninga}$$



**SLIKA 1-** Tablica boje urina

**IZVOR:** <http://nutritionclinic.ie>

Boje 1-3 ukazuju na euhidraciju, 4 ukazuje na euhidraciju ili slabu dehidraciju, 5 i 6 ukazuju na dehidraciju, a 7 i 8 na ekstremnu dehidraciju.

Oko 75% topline koje organizam proizvede tijekom tjelesne aktivnosti gubi se ispravljanjem znoja dok se preostalih 25% konvertira u mehaničku energiju. Znoj sadrži elektrolite, natrij klorid u najvećoj koncentraciji, zatim kalij, kalcij i magnezij. Prosječna koncentracija natrija je 0,3-2 mEq/L, magnezija 0,2-1,5 mEq/L, a klorida 5-60 mEq/L. Gubici vitamina znojenjem su minimalni, no ostale elektrolite koje tijelo gubi znojenjem i tjelesnom aktivnošću sportaši najčešće nadoknađuju izotoničnim napitcima (Šatalić i sur 2016).

## 1.3. POTREBE SPORTAŠA

---

**Tjelesna aktivnost** definira se kao bilo koji tjelesni pokret, napravljen od strane skeletnih mišića, koji rezultira povećanjem energetske potrošnje iznad potrošnje energije u mirovanju. (Margaritaris, 2019). **Vježbanje** je tjelesna aktivnost koja se planira, strukturira, ponavlja i namjerava u smislu da je poboljšanje ili održavanje jedne ili više komponenata cilj tjelesne kondicije (Margaritaris, 2019). Autorica u svom radu navodi kako trening vježbanja uključuje ponovljenu izloženost akutnom povećanju metaboličkog, termoregulacijskog, hipoksičnog,

oksidacijskog i mehaničkog stresa što kao posljedicu ima poticanje fizioloških prilagodba koje poboljšavaju toleranciju na kasnije slične stresore (kod sportaša to je povećanje izdržljivosti, snage, rast mišića i slično). Kod sportaša sama potrošnja i potražnja energije ovisi o bazalnom metabolizmu, termogenezi i „troškovima“ povezanim s fizičkom aktivnošću. Suplementacija mikronutrijentima nije potrebna kod sportaša koji imaju uravnoteženu prehranu i nemaju dokazan manjak nekog mikronutrijenta te nema ergogeno djelovanje na takvog sportaša niti povoljan učinak na njegov optimalan status. Za Margaritatis, individualizacija prehrane i periodizacija treninga predstavljaju ključ za rad i napredak sportaša (Margaritaris, 2019).

Nadalje, Kersick u svom radu, također naglašava kako sportaši koji imaju dobro balansiranu prehranu i odgovarajuću količinu i omjer makro- i mikronutrijenata napravljenu po njihovim individualnim potrebama, dokazano postižu vrhunske rezultate bez dodatne suplementacije. Također, Kersick navodi kako je dokazano da vježbanje s ograničenim zalihama glikogena smanjuje performanse i povećava razgradnju proteina u mišićima te kako nedovoljan unos ugljikohidrata (glukoze kao primarnog izvora energije) povećava umor i percepciju napornog vježbanja i u konačnici smanjuje radnu snagu. Navedeno, s vremenom, može značajno smanjiti snagu i izdržljivost te ugroziti imunološki sustav te endokrinu i mišićno-koštanu funkciju sportaša. Sportaši koji se bave sportovima izdržljivosti u prosjeku troše 50-80 kcal/kg dnevno te bi njihov kalorijski unos trebao biti 2500-8000 kcal/dnevno (ovisno o kilaži, 50-100 kg) da bi se održala energetska ravnoteža, izdržljivost i oporavak. Za razliku od njih, sportaši koji se bave vježbama snage u prosjeku na sat vježbanja troše 600-1200 kcal, stoga je za njih preporuka unositi 44-50 kcal/kg dnevno. Za Kersicka, najvažniji zaključak je kako su prehrambene potrebe i potrebe za unosom ugljikohidrata i proteina povećane kod vježbanja te kako bi prehrambeni unos trebao zadovoljiti specifične potrebe sportaša bez dodatne suplementacije (Kersick, 2019). Stohs u svom radu navodi kako unos omega-3-masnih kiselina mora biti 3-4 grama dnevno, a i viši kod sportova izdržljivosti. Unos proteina za optimalan rast mišića treba biti 1,2-1,5 g/kg tjelesne mase dnevno. Nadalje, potrebno je unositi 8–10 g glutamina dnevno i 10–14 g arginina dnevno, zajedno s 1,5–3,0 g citrulina dnevno, posebno tijekom razdoblja intenzivnog vježbanja i treninga kako bi se podržao imunosni sustav, zacjeljivanje rana i dioba stanica (Stohs, 2019).

## 2. OBRAZLOŽENJE TEME

---

S rastućom svijesti o važnosti bavljenja fizičkom aktivnošću sve se veći broj ljudi počinje baviti sportom. Tako povećano tjelesno opterećenje kod sportaša, naročito kod profesionalnih, zahtijeva optimalnu prehranu koja unaprjeđuje tjelesnu aktivnost, sportsku izvedbu i oporavak od vježbanja. S obzirom na rizik od neadekvatne prehrane, kao i težnja za ostvarivanjem vrhunskih rezultata, danas sve više sportaša koristi različite dodatke prehrani.

Stoga je cilj ovog diplomskog rada dati pregled najnovijih saznanja o učinkovitosti najčešće korištenih dodataka prehrani za sportaše s naglaskom na njihovo ergogeno djelovanje, odnosno djelovanje na snagu i izdržljivost.

### 3. MATERIJALI I METODE

---



U ovom diplomskom radu korištena je znanstvena i stručna literatura na temu dodataka prehrani za sportaše. Pretraživanje literature obavljeno je elektroničkim putem te su pretražene baze podataka PubMed, Science Direct te Google Scholar.

Literatura je pretraživana prema temi, predmetu istraživanja i časopisima pri čemu su traženi odgovori na specifična pitanja vezana uz problematiku ovoga rada. Pri proučavanju relevantnih članaka odabrani su najvažniji rezultati, rasprave i zaključci, a na temelju proučene literature izvedena su vlastita razmatranja i preporuke koji su predstavljeni u ovom radu.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

---

## 4.1. AMINOKISELINE

---

U ovom poglavlju bit će obrađene aminokiseline koje se najčešće koriste kao dodaci prehrani kod sportaša jer se pretpostavlja da imaju ergogeno djelovanje.

### 4.1.1. KREATIN

Kreatin se sintetizira u organizmu iz aminokiselina glicina, arginina i metionina, ali se unosi i prehranom. Pohranjuje se u obliku kreatin fosfata većim dijelom u skeletnim mišićima, a manjim dijelom u srcu, mozgu i jetri.

U skeletnom mišiću se nalazi adenzin trifosfat (ATP) koji se pretvara u adenzin difosfat (ADP) kod kontrakcije mišića. S obzirom da se ADP ne može iskoristiti kao ATP za dobivanje energije, potrebno mu je dodati fosfatnu skupinu kako bi ponovno postao energetski nabijena molekula adenzin trifosfata. Tu fosfatnu molekulu mu daje kreatin fosfat, no kad organizmu ponestane kreatin fosfata tada se mora okrenuti drugim načinima opskrbe. Upravo zbog povećane opskrbe organizma s kreatinom pretpostavlja se da dolazi do povećane koncentracije kreatin fosfata što dovodi do veće sinteze adenzin trifosfata što kao posljedicu ima smanjenje mišićnog zamora i lakšeg oporavka nakon tjelesne aktivnosti (Maughan, 1995).

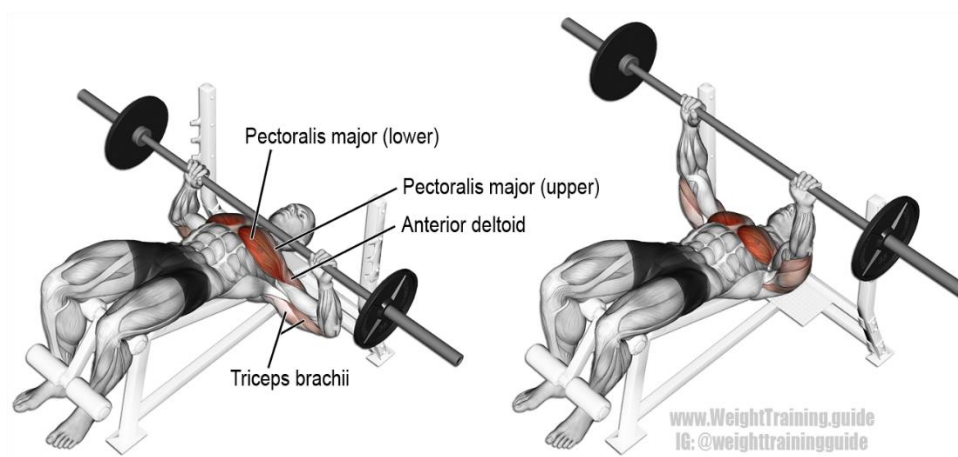
Zbog tog svojstva je kreatin jedan od najkorištenijih dodataka prehrani na tržištu. No postavlja se pitanje ima li on zaista ergogeno djelovanje te je li štetan za organizam ukoliko se dugo koristi?

Rađeno je nekoliko istraživanja kod sportaša čiji rezultati su pokazali da suplementacijom kreatina od 20 grama dnevno, kroz 5-7 dana, dolazi do povećanja tjelesne mase (Buford i sur., 2007; Volek i sur., 2004; Maughan 1995; Kreider 2003). Pretpostavljeno je da je do povećanja tjelesne mase došlo zbog zadržavanja vode u tijelu i/ili zbog povećane sinteze proteina u tijelu. Također, Balsom i suradnici proveli su istraživanje gdje se pokazalo da suplementacija kreatinom u dozi od 15 grama dnevno povećava biosintezu miofibrilarnih proteina i sintezu aminokiselina.

Što se tiče kratkih i eksplozivnih disciplina, pokazano je kako suplementacija kreatinom u količini od 0,3g/kg tj.mase dnevno kod biciklističkih sprinteva te kod maksimalne izokinetičke ekstenzije koljena poboljšava izvedbu i odgađa mišićni zamor (Bishop, 2010). Nasuprot tome, kod plivača je rađeno istraživanje na izvedbu 25, 50 i 100 metara prsnim stilom, čemu je

prethodila suplementacija od 5 dana placebo ili kreatina u dozi od 3-5 grama dnevno te nije pokazan ergogeni učinak kreatina.

Što se tiče povećanja izdržljivosti nakon suplementacije kreatinom, Balsom i suradnici su nakon 6 dnevne suplementacije kreatinom u dozi od 15 grama dnevno istraživali njegov učinak na dobro utreniranim trkačima te su zaključili da nije došlo do povećanja izdržljivosti na utrci od 6 kilometara (Balsom i sur.,1994). Također, pokazano je da ni 7-dnevna, kao ni 28-dnevna suplementacija kreatinom u dozi od 15 grama dnevno ne povećava izdržljivost kod potiska na klupi (eng. „*bench press*“) koji se izvodi na način da sportaš leži na klupi te diže šipku s utezima u visini ramena pritom koristeći mišiće gornjeg dijela tijela (Slika 2). Isto je zaključeno i kod izvedbe čučnja s utezima (Bishop, 2010).



**SLIKA 2.** Izvedba potiska na klupi.

**IZVOR:** weighttraining.guide

Mujika i Padilla su u svom istraživanju zaključili da dnevni unos 20 grama kreatina u periodu od 5-6 dana može povećati njegovu koncentraciju u skeletnom mišiću te da oralna suplementacija može imati pozitivan utjecaj na izvedbu kratkih i sprinterskih disciplina jer odgađa mišićni zamor što se pretpostavlja da je zahvaljujući resintezi ATP-a (Mujika i Padilla, 1997).

Nasuprot tome, Bemben i suradnici su ispitivali 9-tjedno uzimanje kreatina u dozi od 20 grama (4 puta dnevno po 5 grama, u razmaku 3-4 sata) i pokazali da dolazi do povećanja tjelesne mase, bez ili s vrlo malo promjene tjelesne masti u usporedbi s placebo grupom. Također, dolazi do povećanja snage kod potiska na klupi (Bemben i sur., 2001).

Prema istraživanjima Sewell, Robinsona i suradnika, te Poortmans i suradnika, nakon povećanih doza (više od 15 grama dnevno) kreatina upitna je funkcija bubrega i jetre pa se ne

preporučuje korištenje kod osoba s narušenom funkcijom navedenih organa, no kod zdravih pojedinaca nisu pokazani štetni učinci kod suplementacije u trajanju od 5 ili 14 dana, kao ni u trajanju duljem od 10 mjeseci (Sewell, 1998; Robinson i sur., 1998; Poortmans i sur., 1997).

#### 4.1.2. AMINOKISELINE RAZGRANATOG LANCA (BCAA)

U aminokiseline razgranatog lanca (eng. *branched chain amino acids*, BCAA) ubrajaju se leucin, izoleucin i valin koji se kao esencijalne aminokiseline moraju unositi u organizam. BCAA se smatraju prekursorima za sintezu glutamina, aminokiseline koja se smatra „gorivom“ za makrofage, limfocite i imunostimulirajući sustav te stoga imaju imunostimulirajući učinak (Kulier, 2000). Prva istraživanja koja su vršena između 1993. i 1996. godine nisu pokazala da unos 0,2-0,4 g/kg tj.mase BCAA dnevno ima utjecaj na odnos mišićnog i masnog tkiva, kao ni na povećanje izdržljivosti sportaša, odnosno nije dokazano ergogeno djelovanje (Kreider i sur., 1993; Kelly i sur., 1997; Van Hall i sur., 1994).

U istraživanju Schena i suradnika pokazano je da suplementacija 5,76 g leucina, 2,88 g izoleucina i 2,88 g valina dnevno čuva mišićnu masu u teškim okolnostima kao što su visoka temperatura i dugotrajno naprezanje, a isto su zaključili Mittleman i suradnici u svom radu u kojem su ispitali učinak suplementacije 5 g BCAA dnevno (Schena i sur., 1992; Mittleman i sur., 1998).

Reinaldo i suradnici su proučavali učinak suplementacije BCAA na imunostimulirajući sustav atletičara, triatlonaca i trkača na duge staze te zaključili da suplementacija BCAA u dozi od 6 grama dva puta dnevno i dodatnoj dozi od 3 grama 30 minuta prije utrke, održava koncentraciju glutamina konstantnom nakon triatlona i utrke na duge staze što kao posljedicu ima smanjenu incidenciju infekcija gornjih dišnih puteva kod sportaša (Reinaldo i sur., 2002).

De Palo i suradnici su u svom istraživanju kao zaključke naveli da suplementacija BCAA u dozi od 0,2 g/kg tj.mase dnevno može poboljšati oksidaciju u mišićima što dovodi do smanjenog nakupljanja laktata u mišićima. Također, navedeno poboljšanje kapaciteta oksidacije u mišićnim stanicama može rezultirati rastom mišićnog tkiva i to zbog adaptacije mišića i/ili aktivacije enzima u procesu oksidacije (De Palo i sur., 2001).

### 4.1.3. GLUTAMIN

Glutamin je neesencijalna aminokiselina što znači da se sintetizira u organizmu. Prekursor je glutamata, gradivnog materijala za izgradnju tkiva, sudjeluje u sintezi glikogena u jetri, donor je dušika, ima sposobnost pretvorbe u glukozu pa kad zatreba ima i energetske ulogu te sudjeluje u imunosnim procesima u tijelu, ponajviše kao gorivo limfocitima i makrofazima (Stryer i sur., 2013).

Dugotrajni napori i treninzi su povezani s padom koncentracije glutamina u serumu i pretpostavlja se da pad koncentracije glutamina ispod 600  $\mu\text{mol/L}$  ima štetan učinak na imunosni sustav. *In vitro* eksperimenti na limfocitima pokazali su da je njihova proliferacija ovisna o koncentraciji glutamina u mediju (otprilike 600  $\mu\text{mol/L}$ ) s tim da im on služi kao gorivo i za sintezu nukleotida (Pary-Billings i sur., 1995; Calder, 1995).

Castell i Newsholmesu proveli su istraživanje s 200 sportaša (atletičara, maratonaca i veslača), dajući im otopinu glutamina u koncentraciji od 0,1 g/kg tjelesne mase prije tjelesne aktivnosti. Izmjerali su im koncentraciju glutamina u plazmi prije i nakon davanja otopine glutamina te prije i nakon tjelesne aktivnosti te im nakon 7 dana dali upitnik vezan uz pojavu infekcija. Dobili su rezultate da je koncentracija glutamina u plazmi povišena za najmanje 50% unutar pola sata od uzimanja otopine te nije bilo značajne promjene u broju leukocita i limfocita između placebo grupe i testne grupe. Što se tiče upitnika, broj prijavljenih infekcija i simptoma bio je znatno niži kod testne grupe (Castell i Newsholme, 1997). Nasuprot tome, Phillips je u svom preglednom radu naveo kako su dosada provedena brojna istraživanja učinka glutamina na smanjenu pojavu infekcija gornjeg respiratornog trakta, no ona nisu pokazala da suplementacija glutaminom kao posljedicu ima smanjenu pojavu respiratornih infekcija (Phillips, 2007).

Gleeson je u svom istraživanju utvrdio da se razdoblje niske koncentracije glutamina u plazmi nakon dugotrajne tjelesne aktivnosti podudara s padom imunosnog sustava. Naveo je kako je proliferacija limfocita pojačana i ovisna o koncentraciji glutamina s optimalnom proliferacijom kod koncentracije glutamina između 100 i 600  $\mu\text{mol/L}$ . No, kao zaključak je naveo da suplementacija glutaminom u dozi od 0,1 g/kg tjelesne mase 30 min prije početka tjelesne aktivnosti nije pokazala korist u smislu obnove ravnoteže tekućine, kao ni sprječavanja imunodepresije nakon tjelesne aktivnosti (Gleeson, 2008).

Mackinnon i Hopper su u svom istraživanju pokazali kako nema poveznice između koncentracije glutamina i infekcija gornjeg respiratornog trakta te da dobro utrenirani sportaši imaju češće infekcije nego pretrenirani sportaši te da koncentracije glutamina ne mogu pokazati je li sportaš pretreniran ili nije (Mackinnon i Hopper, 1996). Novije istraživanje Nieman i Bishopa pokazalo je da intenzivan i dugotrajan trening ne smanjuje koncentraciju glutamina do razine koja narušava rad limfocita. Također, postavlja se pitanje je li povećana pojava infekcija gornjeg respiratornog trakta u vezi sa pretreniranošću sportaša. Naime, glutamin se metabolizira u glutamat tijekom tjelesne aktivnosti te su autori pretpostavili kako koncentracija glutamina ili omjer pretvorbe glutamina u glutamat može pokazati stanje pretreniranosti. S obzirom da se sinteza glutamina odvija u mišićnom tkivu, njegovo oštećenje dovelo bi do negativnog utjecaja na omjer glutamin/glutamat i pokazalo stanje pretreniranosti (Nieman i Bishop, 2010).

#### 4.1.4. L-KARNITIN

L-karnitin sintetizira se iz aminokiselina lizina i metionina, a može se unositi i u obliku dodatka prehrani. Skladišti se u skeletnom mišiću, ali se u manjim koncentracijama može naći u plazmi. Njegova važna uloga je u procesu transporta dugolančanih masnih kiselina preko mitohondrijske membrane. S obzirom na tu funkciju, pretpostavilo se kako bi suplementacija karnitinom imala pozitivan učinak na izdržljivost sportaša, s obzirom na povećanje brzine transporta dugolančanih masnih kiselina, a samim time i njihovu oksidaciju (Kraemer i sur., 2008).

Cerretelli i suradnici u svom radu naveli su da suplementacija L-karnitinom od 2-6 g dnevno podijeljena u 2-3 doze povisuje koncentraciju L-karnitina u mišiću i plazmi i kod sportaša i kod osoba koje se ne bave sportom. Također, naveli su kako suplementacijom u dozi od 3 g u trajanju od 2 tjedna i zatim 2 g sljedećih 2 tjedna dolazi do povećanja aerobnog metabolizma.

Trappe i suradnici proveli su istraživanje na plivačima u trajanju od 16 tjedana s dnevnim treningom od 5600 preplivanih metara. Testnoj grupi davalo se 4 grama L-karnitina dva puta dnevno te se nakon istraživanja zaključilo kako suplementacija L-karnitinom nije pokazala ergogeno djelovanje (Trappe i sur., 1994).

Sung i suradnici u svom preglednom radu naveli su kako suplementacija u dozi od 1000 mg L-karnitina dnevno kao posljedicu ima smanjenje oksidativnog stresa, no nije dokazano ergogeno djelovanje iako je pokazano kako ima pozitivan učinak kod dijabetesa i boli u mišićima (Sung i sur., 2016).

Također, smanjenje boli i grčeva u mišićima spomenuli su Karlic i suradnici u svom preglednom radu gdje su naveli kako se navedeni učinak postiže suplementacijom L-karnitinom u dozi od 3 g dnevno i trajanju od 3 tjedna (Karlic i sur., 2004).

#### 4.1.5. KOLAGEN

Kolagen je proteinska komponenta kože, kostiju i vezivnog tkiva. Do danas je poznato 28 tipova kolagena od kojih više od 90% kolagena u tijelu čine tip I, II i III. On zajedno s elastinom podupire vezivno tkivo kao što su tetive i ligamenti čije ozljede često zadese sportaše. Uloga kolagena je da povezuje pojedine kosti u zglobove, gradi ovojnice oko organa i međusobno ih odvaja, povezuje kožu sa strukturama ispod nje, obavija mišiće i pojedine mišićne grupe, oblaže i štiti krvne žile i živce, osigurava prirodnu otpornost organizma i mehaničku zaštitu, sudjeluje u regeneraciji svih vrsta potpornog tkiva i sprječava gubitak vode u tkivima (Čuk Radović, 2019). Sportaši svoje kosti i mišiće izlažu teškom naporu, što s vremenom uz napore treninge dovodi do ozljede hrskavica i oslabljene funkcije i kostiju i hrskavica.

Clark i suradnici proveli su studiju u trajanju od 24 tjedna na 147 sportaša koji su imali poteškoće ili ozljede zglobova. Testna skupina dobila je dnevno 10 grama hidrolizata kolagena, te su bili pregledani kod liječnika prije suplementacije, kao i 4 puta nakon početka davanja kolagena. Također su dobili upitnik koji je omogućio subjektivan pregled boli i tegoba. Rezultati su pokazali kako je suplementacija kolagenom od 10 grama dnevno smanjila bolove i poteškoće sa zglobovima kod sportaša te su predložili daljnja istraživanja suplementacije kolagenom u svrhu obnove hrskavice i zglobova kod sportskih ozljeda (Clark i sur., 2008).

Slično istraživanje napravili su Zdzieblik i suradnici na 160 profesionalnih i rekreativnih sportaša s bolovima u zglobovima koji nisu izazvani osteoartritisom ili sličnom bolesti već su posljedica fizičke aktivnosti. Ispitanicima je davan kolagen u dozi od 5 grama dnevno tijekom 12 tjedana, a zaključeno je kako je suplementacija značajno smanjila bol u zglobovima i smanjila potrebu za dodatnim terapijama (analgetici, hladni oblozi, fizioterapija) kod testne grupe (Zdzieblik i sur., 2017).

Također, Yoshimura i suradnici su u svojoj studiji na 66 sportaša pokazali kako suplementacija ekstraktom pileće hrskavice koja sadrži hijaluronan i kolagen tip II u dozi od 16 kapsula dnevno s 500 mg ekstrakta (157,5 mg kolagena i 4,5 mg hijaluronana) tijekom 12 tjedana smanjuje biomarkere degradacije hrskavice te na taj način smanjuje mogućnost ozljeda i boli povezanih s trošenjem hrskavice i zglobova (Yoshimura i sur., 2012).



## 4.2. UGLJKAHIDRATI

---

### 4.2.1. UTJECAJ GLIKEMIJSKOG INDEKSA

Kod sportaša, dodatni ciljevi prehrane su pripremiti tjelesne zalihe ugljikohidrata u obliku glikogena prije vježbanja, osigurati gorivo tijekom duljih vježbi i obnoviti zalihe glikogena tijekom oporavka. Najvažnije od svega je zadržati dostupnost ugljikohidrata mišićima i središnjem živčanom sustavu tijekom dugotrajnog vježbanja umjerenog i visokog intenziteta, jer su važan čimbenik izdržljivosti i izvedbe (Burke i sur., 1998). Zbog toga je predloženo manipuliranje glikemijskim indeksom obroka što može optimizirati dostupnost ugljikohidrata kod vježbanja, posebice dugotrajnog vježbanja umjerenog intenziteta. Burke i suradnici u svom radu navode:

- prije dugotrajnog vježbanja treba jesti ugljikohidratni obrok niskog glikemijskog indeksa kako bi se promovirala održiva dostupnost ugljikohidrata
- tijekom vježbanja najprikladniji izvor ugljikohidrata su hrana ili piće bogato ugljikohidratima umjerenog do visokog glikemijskog indeksa
- nakon vježbanja preporučen je unos hrane bogate ugljikohidratima visokog glikemijskog indeksa jer može poboljšati skladištenje glikogena s obzirom na povećani odgovor organizma na glukozu i inzulin

O'Reilly i suradnici navode kao zaključak svojeg istraživanja da pojedinačni večernji obrok niskog glikemijskog indeksa može poboljšati toleranciju na glukozu nakon jutarnjeg obroka, ali ne i koliko utječe na metaboličke odgovore tijekom naknadnog vježbanja. Autori također navode kako obrok niskog glikemijskog indeksa prije vježbanja kao posljedicu ima pad postprandijalne hiperglikemije i hiperinzulinemije, povećanje oksidacije slobodnih masnih kiselina i eventualno bolje održavanje koncentracije glukoze u plazmi, što dovodi do održivije dostupnosti ugljikohidrata tijekom vježbanja. Također, obrok nakon vježbanja izgleda da nema utjecaja na slijedeće vježbanje visokog intenziteta, ali navode kako je to nedovoljno istraženo područje koje zahtijeva daljnja istraživanja. (O'Reilly i sur., 2010).

Moore i suradnici su istraživali utjecaj hrane niskog glikemijskog indeksa na izdržljivost i izvedbu biciklista u kojoj je zaključeno da je niskoglikemijski obrok povezan s većom dostupnošću ugljikohidrata tijekom vježbanja što bi kao posljedicu moglo imati produženu proizvodnju energije do kraja utrke. Stoga autori preporučuju konzumiranje ugljikohidratnog

obroka niskog glikemijskog indeksa koji osigurava 1 g ugljikohidrata/kg tj. mase 45 min prije vježbanja ili utrke jer može imati povoljan učinak na izdržljivost i izvedbu (Moore i sur., 2010).

### 4.2.1. PUNJENJE REZERVNI GLIKOGENA (eng. „CARBO-LOADING“)

Punjenje rezervni glikogena je tehnika koja koristi suplemente na bazi ugljikohidrata kako bi se dobilo pogonsko gorivo za mišiće i jetru. Rezerve glikogena iznose oko 400 grama u mišićima, 100 grama u jetri i 30 grama u krvi, a kada se te zalihe potroše, primjerice tjelesnom aktivnošću, nastupa umor koji sportaši žele odgoditi. Upravo zato, švedski istraživači su razvili tehniku *carbo-loading-a* koja podrazumijeva 3-4 dana prije natjecanja podvrgavanje režimu unosa ugljikohidrata u količini većoj od 0,5 g/kg tj. mase dnevno. Kod tog režima valja razlučiti hranu prirodno bogatu ugljikohidratima (npr. banana, tjestenina) i akceleratora, tj. posebno pripremljene napitke koji su kombinacija ugljikohidrata, proteina i masti. Također, u izotoničnim napitcima nalaze se ugljikohidrati upravo u funkciji oporavka zalihe glikogena. Najjednostavnija otopina za oporavak sastoji se od 7% ugljikohidrata od čega 5% otpada na glukozne polimere (polikoza), a 2 % na fruktozu. Pokazano je kako se davanjem ugljikohidratnih otopina u dozi od 1 g/min za vrijeme treninga izdržljivost može produžiti za sat vremena (Kulier, 2000).

Punjenje rezervni glikogena potiču i redovite vježbe izdržljivosti jer povećavaju aktivnost glikogen sintaze, enzima koji sudjeluje u pretvorbi glukoze u glikogen. Danas koncept punjenja rezervni glikogena uključuje plan treninga i prehrane tijekom 3-6 dana (Štalić i sur., 2016). Primjer takvog jelovnika je prikazan na Slici 3.

Margaritaris je navela kako unos ugljikohidrata kod aktivnih sportaša treba biti 6-10 g/kg tjelesne mase dnevno kako bi se održalo opće zdravlje, smanjio umor i napunila rezerva glikogenskih zaliha (Margaritaris, 2019).

Sličan zaključak dao je i Kerkick koji je naveo kako kod sportova izdržljivosti unos ugljikohidrata treba biti 5-12 g/kg tjelesne mase dnevno, ovisno o intenzitetu tjelesne aktivnosti i samoj fizičkoj spremi sportaša. Kod sportova snage, preporučeni unos je 3-10 g/kg tj. mase dnevno, isto tako ovisno o intenzitetu tjelesne aktivnosti i fizičkoj spremi. Autor je zaključio kako punjenje glikogenskih zaliha ima kao posljedicu veću izdržljivost kod treninga visokog intenziteta. Također, naveo je kako se punjenje rezervni glikogena može postići unosom

ugljikohidrata (0,8g/kg/h tjelesne aktivnosti) u kombinaciji s proteinima (0,4g/kg/h tjelesne aktivnosti) (Kerksick, 2019).

|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Breakfast:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 3 cups of low fibre breakfast cereal with 1 ½ cups of reduced-fat milk</li> <li>✓ 1 medium banana</li> <li>✓ 250 mL orange juice</li> </ul>      |    |
| <b>Snack:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Toasted muffin with honey</li> <li>✓ 500 mL sports drink</li> </ul>                                                                                  |    |
| <b>Lunch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2 sandwiches (4 slices of bread) with filling as desired</li> <li>✓ 200g tub of low-fat fruit yoghurt</li> <li>✓ 375 mL can of soft drink</li> </ul> |    |
| <b>Snack:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Banana smoothie made with low-fat milk, banana and honey</li> <li>✓ Cereal bar</li> </ul>                                                            |   |
| <b>Dinner:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 1 cup of pasta sauce with 2 cups of cooked pasta</li> <li>✓ 3 slices of garlic bread</li> <li>✓ 2 glasses of cordial</li> </ul>                     |  |
| <b>Late snack:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Toasted muffin with jam</li> <li>✓ 500 mL sports drink</li> </ul>                                                                               |  |

**SLIKA 3.** Jelovnik dana na režimu punjenja glikogena.

**IZVOR:** <https://lornpearsontrains.files.wordpress.com>

## 4.3. MIKRONUTRIJENTI

---

### 4.3.1. VITAMINI B SKUPINE

Vitamini B skupine imaju mnogo povoljnih učinaka na zdravlje spomenutih u uvodu i vrlo često su na popisu korištenih dodataka prehrani kako kod opće populacije tako i kod sportaša.

Fogelholm i suradnici su istraživali utjecaj tjelesne aktivnosti na status tiamina kod mladih žena kroz 24-tjedni program vježbanja i zaključili kako tjelesna aktivnost nije utjecala na njegov status (Fogelholm i sur., 1993).

Također je rađeno istraživanje Van der Beek i suradnika na mladim sportašima muške populacije gdje su im uveli restrikciju unosa tiamina, riboflavina i vitamina B<sub>6</sub> kroz 3 tjedna, te je zaključeno kako je restriksijski unos navedenih vitamina zajedno kao posljedicu imao povećanje koncentracije laktata pri čemu su se sportaši brže umarali i teže izvodili vježbe. U svojem radu Suzuki i suradnici su istraživali suplementaciju tiaminom u dozi od 100 mg dnevno kroz 3 dana i dobili rezultat da se sportaši manje žale na umor (Suzuki i sur., 1996).

Woolf je u svom preglednom članku proučavala status i potrebe vitamina B skupine u kojem je navela pregled dotadašnjih istraživanja i zaključaka. Utvrdila je kako je unos **tiamina** kod sportaša u granicama potreba s obzirom da je unos prehranom iznad 1,5 mg dnevno što je iznad preporučene DRI vrijednosti. Također, autorica je navela kako je status **riboflavina** kod sportaša zadovoljavajući, s obzirom na unos koji je uglavnom iznad 1,7 mg/dne te kako nema potrebe za dodatnom suplementacijom ukoliko je adekvatan unos kroz prehranu (Woolf, 2006). Subotičanec i suradnici istraživali su na mladim sportašima (12-14 god.) utjecaj suplementacije vitaminom B<sub>6</sub> i riboflavinom u dozama od 2 mg i zaključili da su nakon suplementacije lakše izvodili tjelesne aktivnosti (Subotičanec i sur., 1990).

Za razliku od tiamina i riboflavina, Woolf je navela kako je status vitamina B<sub>6</sub> često nezadovoljavajući kod sportaša i to kod timskih sportova i sportova izdržljivosti te zaključila kako tjelesna aktivnost kao posljedicu ima gubitak vitamina B<sub>6</sub> i da bi se suplementacija 2,0-3,0 mg dnevno mogla pokazati učinkovitom i korisnom kod sportaša koji imaju dokazan manjak vitamina B<sub>6</sub> (Woolf, 2006). Rokitzki i suradnici također su zaključili kako tjelesna aktivnost kao posljedicu ima gubitak vitamina B<sub>6</sub> i to kod maratonaca koji su prema njihovom istraživanju

kroz utrku gubili otprilike 1 mg tog vitamina te se složili kako je kod dokazanog manjka vitamina B<sub>6</sub> potrebna suplementacija (Rokitzki i sur.,1994).

Što se tiče **folata i vitamina B<sub>12</sub>**, Wolf je u svom radu navela kako je češći manjak folata kod sportašica nego kod sportaša, no nije dokazano da suplementacija iznad 400 µg dnevno kao posljedicu ima poboljšanje izdržljivosti kod tjelesne aktivnosti (Woolf, 2006). Isto tako, autorica je navela kako su potrebna daljnja istraživanja vezana uz status i suplementaciju folatom i vitaminom B<sub>12</sub>, ali isto tako kako je potrebno i dalje pratiti, kako status, tako i unos ostalih vitamina B skupine prehranom kod sportaša. Matter i suradnici su istraživali status i utjecaj suplementacije folatom u dozi od 5 mg folne kiseline u trajanju od 10 tjedana te zaključili kako suplementacija nije pokazala poboljšanje izdržljivosti ni ergogeno djelovanje. (Matter i sur.,1987). Također, Haymes je u svojem radu (Haymes, 1991) zaključila kako suplementacija vitaminima B skupine može imati povoljan učinak samo ako je dokazan manjak vitamina B skupine.

### 4.3.2. MAGNEZIJ

U kliničkoj studiji Liu i suradnici prikazali su česte epizode mišićnih grčeva kod mlade tenisačice nakon učestale i dugotrajne tjelesne aktivnosti. Dijagnoza deficita magnezija postavljena je na temelju serumskih koncentracija od 0,65 mmol/L (poželjna koncentracija je 0,8-1,20 mmol/L). Nakon suplementacije 500 mg magnezija došlo je do prestanka grčenja mišića (Liu i sur., 1983), a utjecaj magnezija na smanjenu pojavu grčenja mišića potvrdila su i daljnja istraživanja (Howard i sur.,1992. i Gantza 1991).

Prva istraživanja na štakorima pokazala su da štakori koji su dobivali magnezij u koncentracijama 200-400 µg/g tjelesne mase mogu trčati u prosjeku 6 sati i više dok štakori s manjim unosom magnezija (50-100 µg/g tj. mase) mogu trčati 4 sata u prosjeku. Studija na odbojkašicama pokazala je da suplementacija magnezijem u dozi od 350 mg dnevno tijekom 4 tjedna može imati ergogeni učinak s obzirom na zamijećeno povećanje skoka do 3 cm (Štalić i sur.,2016). Brojna istraživanja pokazala su da sportaši unose premalo magnezija i to svega 60-65% DRI vrijednosti (Lukaski, 1995.), dok kod hrvanja i ostalih sportova koji zahtijevaju restrikciju kilaže ta vrijednost pada na svega 30-55% DRI (Hickson i sur, 1995). Lukaski je također naveo u svojem preglednom radu kako nakon suplementacije magnezijem u dozi od 322-360 mg dnevno tijekom tjelesne aktivnosti dolazi do smanjene potrošnje kisika, smanjene

brzine otkucaja srca i poboljšanja ventilacijske funkcije tijekom vježbanja na ergociklu te zaključio da je maksimalni primitak kisika ( $\text{VO}_{2\text{ max}}$  koji se definira kao maksimalna količina kisika koju srce može poslati mišićima i koji oni mogu iskoristiti za proizvodnju energije) u korelaciji sa koncentracijom magnezija u plazmi.

Brilla i suradnici su ispitivali utjecaj magnezija na povećanje snage i izdržljivosti mišića u trajanju od 7 tjedana na mladićima kojima je davan magnezijev oksid u dozi od 8 mg/kg tj. mase dnevno. Dobiveni rezultati pokazali su povećanje snage mišića prilikom ekstenzije koljena pod opterećenjem kod ispitivane grupe (Brilla i sur., 1992). Cinar i suradnici su objavili rezultate da suplementacija magnezijem u dozi od 10 mg/kg tj. mase dnevno povećava broj leukocita, eritrocita, hemoglobina i trombocita kod neaktivnih i aktivnih ispitanika i u mirovanju i tijekom tjelesne aktivnosti (Cinar i sur., 2006).

McDonald i Keen su u svojoj studiji (McDonald i Keen, 1988) zaključili da kod sportaša koji nemaju deficit magnezija, suplementacija magnezijem ne iskazuje ergogeno djelovanje. Isto je zaključio i Newhouse u svom preglednom radu u kojem navodi da većina istraživanja pokazuje kako suplementacija magnezijem nema ergogeno djelovanje na sportaše (Newhouse 2000).

### 4.3.3. CINK

Cink se nalazi u strukturi enzima kao što je superoksid dismutaza koja sudjeluje u antioksidativnom procesu te metalotioenina koji štite tkivo od djelovanja slobodnih radikala (Powell SR, 2000. ). Zahvaljujući tome, postavilo se pitanje može li suplementacija cinkom poboljšati zdravlje i sposobnost sportaša koji su izloženi velikim i dugotrajnim naporima uslijed kojih dolazi do pojačanog stvaranja slobodnih radikala?

Jana i suradnici su u svojoj studiji pokazali kako deficit cinka povećava stvaranje slobodnih radikala i lipidnu peroksidaciju tijekom tjelesne aktivnosti te tako ima negativan utjecaj na antioksidativnu aktivnost (Jana i sur., 2008 ). Cao i suradnici su u svom istraživanju zaključili da suplementacija cinkom u dozi od 50 mg/kg tj. mase inhibira stvaranje reaktivnih kisikovih radikala za vrijeme tjelesne aktivnosti (Cao i sur., 1991).

Kara i suradnici su istraživali učinak suplementacije cinkom (100-350 mg dnevno) na antioksidativnu aktivnost kod mladih hrvača i dobili rezultat kako suplementacija tijekom tjelesne aktivnosti aktivira antioksidativni sustav povećavajući aktivnost enzima superoksid

dismutaze i serumske glutation peroksidaze, kao i povećavajući razinu glutaciona (Kara i sur., 2010).

S obzirom da cink utječe na apsorpciju bakra, željeza i kalcija, suplementacija cinkom bez prethodno provjerenog njegovog statusa kod sportaša se ne preporuča. U studiji McDonalda pokazano je kako previsoka koncentracija cinka može kao posljedicu izazvati deficit bakra te kako nema dokaza da suplementacija cinkom kod zdravih sportaša ima ergogeno djelovanje. Također, nije dokazan ergogeni učinak suplementacije niti kod sportaša s kliničkim deficitom cinka, no zamijećen je pozitivan učinak na opće stanje organizma (McDonald, 1988).

#### 4.3.4. KALCIJ I VITAMIN D

Dokazano je (Cumming, 1990) kako suplementacija kalcijem i vitaminom D utječe na gustoću kostiju te smanjuje incidenciju lomova kostiju kod svih dobnih skupina. U nekoliko istraživanja je utvrđeno da sportaši koji se bave sportovima koji zahtijevaju mršaviju tjelesnu konstituciju, poput gimnastike, atletike i plesa, gdje su često prisutne određene restrikcije u prehrani, vrlo često imaju neregularan menstrualni ciklus te su u većem riziku za suboptimalan status gustoće kostiju (Bennel i sur., 1995. i 1996. , Barrack i sur., 2008). Tako su Lape i suradnici istraživali utjecaj suplementacije kalcijem i vitaminom D na vojnkinjama u trajanju od 8 tjedana kojima su davali 2000 mg kalcija i 800 IU vitamina D dnevno te dobili rezultat da je dolazilo do 20% manje prijeloma u testnoj grupi u usporedbi s placebo grupom (Lape i sur., 2008). Nieves i suradnici su također u svom preglednom radu dokazali povezanost unosa kalcija s gustoćom kostiju i rizikom od koštanih prijeloma kod trkačica (Nieves i sur., 2010).

Što se tiče samog vitamina D, ne postoje istraživanja koja bi pokazala utjecaj suplementacije na sportaše. Iako potpomažu zdravlje i funkciju kostiju kod sportaša, nije ispitivano ergogeno djelovanje samog vitamina D.



## 4.4. REHIDRACIJA

---

Napitke možemo podijeliti prema broju otopljenih čestica u mediju na hipotonične, hipertonične i izotonične. Izotonične otopine imaju jednak broj otopljenih čestica u mediju kao i broj otopljenih čestica u krvnoj plazmi (u ravnoteži su) odnosno promet vode je jednak u oba smjera. Za razliku od njih, hipotonične otopine kao što je voda imaju manji broj otopljenih čestica u mediju (manju osmolarnost) od krvne plazme što uzrokuje ulazak vode u stanice prisutne u krvnoj plazmi te dolazi do bubrenja stanice, a hipertonične otopine kao što su bezalkoholna pića s visokim udjelom šećera (Coca Cola) imaju veći broj otopljenih čestica u mediju (veću osmolarnost) od krvne plazme zbog čega dolazi do izlaska vode iz stanica u krvnoj plazmi te se stanica smežura.

Zadatak izotoničnih napitaka kod sportaša je rehidracija o kojoj je bilo riječi u uvodu. Oni u pravilu sadrže ione elektrolita, osmolarnost im je oko 350 mOsm/kg vode, sporije prolaze kroz želudac od ostalih napitaka kao što su voda, mineralna voda, sokovi i slično, dulje se zadržavaju u tijelu i hlade ga. Najčešće su otopine slanog okusa te se pokazalo da najefikasnije gase žeđ i nadoknađuju gubitak elektrolita (Kulier, 2000).

Vrlo je važno započeti tjelesnu aktivnost u stanju euhidracije. Istraživanja pokazuju da brojni nogometaši, ali i drugi sportaši, trening ili utakmicu započinju dehidrirani (Šatalić i sur., 2016). Poželjno je tijekom najmanje sata prije aktivnosti unijeti 5-7 ml tekućine /kg tj.mase. Također, napitci koji sadrže natrij (20-50mEq/L) potiču žeđ i omogućuju zadržavanje popijene tekućine. Preporuka prije tjelesne aktivnosti je popiti 300-600 mL u sklopu obroka prije aktivnosti, a zatim 300-450 mL 15-20 min prije same aktivnosti. Kao napitak prije tjelesne aktivnosti preporučuje se voda, za razliku od napitaka s visokom koncentracijom ugljikohidrata koji sporo napuštaju želudac pa se ne preporučaju prije same tjelesne aktivnosti.

Tijekom tjelesne aktivnosti cilj je spriječiti dehidraciju, odnosno gubitak veći od 2% tjelesne mase, ali nije potreban veći unos tekućine od onog izgubljenog znojenjem. Napitci koji se preporučuju tijekom tjelesne aktivnosti, ali i nakon nje trebali bi imati 20-30 mEq/L natrija, 2-5 mEq/L kalija i 5-10% ugljikohidrata. Kalij i natrij kao elektroliti služe za nadoknadu izgubljenih elektrolita, natrij potiče žeđ, a ugljikohidrati služe kao izvor energije. Ugljikohidrati usporavaju pražnjenje želuca te se stoga preporučuje da njihova koncentracija u napitcima bude manja od 8% jer osim usporavanja brzine pražnjenja želuca uzrokuju i gastrointestinalne nuspojave (Šatalić i sur., 2016).



Rehidracija je kod sportaša veoma bitna, te su tako Dubnov-Raz i suradnici zaključili kako bi sportaši i njihovi suradnici trebali biti educirani o individualnim potrebama, procjeni i praćenju statusa hidracije s obzirom da dehidracija koja iznosi 2% tjelesne mase može smanjiti aerobni kapacitet te tako negativno utjecati na sportsku izvedbu, a dehidracija veća od 2% tjelesne mase predstavlja i rizik za zdravlje sportaša (Dubnov-Raz i sur., 2011).

## 5. ZAKLJUČCI

---

- Dodaci prehrani nisu lijekovi, ne liječe bolesti, ali ih mogu prevenirati, kao i olakšati neke simptome. Također, mogu ojačati imunitet i unaprijediti opće stanje organizma.
- Suplementacija kreatinom u količini od 0,3 g/kg tj.mase poboljšava izvedbu i odgađa mišićni zamor kod brzih i eksplozivnih disciplina, no brojna istraživanja nisu dokazala ergogeni učinak kod ostalih sportskih disciplina.
- Suplementacija aminokiselinama razgranatog lanca (BCAA, eng. „*branched chain amino acids*“) u dozi od 0,2-0,4 g/kg tj.mase nije pokazala ergogeno djelovanje, iako su neka istraživanja dokazala njihov povoljan utjecaj na imunosni sustav.
- Suplementacija glutaminom u dozi od 0,1 g/kg tj.mase pokazala je u nekim istraživanjima povoljan učinak na imunosni sustav i smanjenu pojavu respiratornih infekcija kod sportaša, no nije dokazan ergogeni učinak.
- Suplementacija L-karnitinom nije pokazala ergogeno djelovanje, no dokazano je da doza od 3 grama dnevno smanjuje grčeve i bol u mišićima.
- Suplementacija kolagenom u dozi 5-10 grama dnevno nije pokazala ergogeno djelovanje, ali je dokazano smanjeno oštećenje hrskavice i zglobova, kao i smanjenje boli i tegoba povezanih s ozljedama zglobova zbog fizičke aktivnosti.
- Obrok niskog glikemijskog indeksa 45 min prije početka vježbanja ima povoljan utjecaj na izdržljivost i izvedbu sportaša.
- Punjenje rezervi glikogena je učinkovita tehnika kojom sportaši unose više od 0,5 g ugljikohidrata/kg tj. mase dnevno kako bi dobili pogonsko gorivo, veću izdržljivost i odgodili mišićni zamor.
- Iako je suplementacija riboflavinom i vitaminom B<sub>6</sub> u dozama od 2 mg dnevno pokazala povoljan učinak na izvođenje vježbi, potrebna su daljnja istraživanja ergogenog učinka vitamina B skupine.
- Suplementacija magnezijem nije pokazala ergogeno djelovanje, no dokazano je da doza od 350 mg dnevno smanjuje grčenje mišića i povećava skok kod odbojkašica.
- Suplementacija cinkom u dozi od 100-350 mg dnevno nije pokazala ergogeno djelovanje, no dokazan je pozitivan učinak na antioksidativni sustav. Ipak, kod suplementacije valja pripaziti zbog mogućih nuspojava i utjecaja na apsorpciju bakra, željeza i kalcija.
- Suplementacija kalcijem nije pokazala ergogeni učinak, no unos 1500-2000 mg kalcija i 800 IU vitamina D dnevno može imati protektivno djelovanje na pojavu prijeloma kod

sportaša te povoljan učinak na gustoću kostiju i smanjenu pojavu stres fraktura. Ergogeni učinak vitamina D nije ispitivan.

- Rehidracija se kod sportaša najbolje postiže izotoničnim napitcima u sastavu 20-30 mEq/L natrija, 2-5 mEq/L kalija i 8 % ugljikohidrata.
- Ergogena sredstva su sportašima privlačna, ali jedino je kreatin u dozi od 0,3 g/kg tj.mase pokazao ergogeno djelovanje kod brzih i eksplozivnih disciplina, no to isto svojstvo nije dokazano kod drugih sportskih disciplina.
- Uz dovoljan energetske unos i uravnoteženu prehranu sportaš dobiva dovoljne količine makro- i mikronutrijenata te nije potrebna suplementacija. Ona se preporuča samo u određenim stanjima zbog nemogućnosti postizanja uravnotežene prehrane ili klinički dokazanog deficita nekog nutrijenta.

## 6. LITERATURA

---

- Ali A, Lee SL, Rutherford-Markwick J, Sports and Exercise Supplements. *Nutr*, 2019, 16, 579-635.
- Amanda A, Kreider R, Weiss L, Fry A, Wood L, Bullen D, Miyaji M, Grindstaff P, Ramsey L, Li Y, Effects of ingesting a supplement containing creatine monohydrate for 28 days on isokinetic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 1995, 27, 146.
- Antonio J, Street C, Glutamine: A Potentially Useful Supplement for Athletes. *Can J Appl Physiol*, 1999, 24, 1-14.
- Balsom PD, Ekblom B, Soderlung K, Sjodin B, Hultman E, Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 1994, 3, 143-149.
- Balsom PD, Soderlund K, Ekblom B, Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med*, 1995, 14, 268-280.
- Barrack MT, Rauh MJ, Nichols JF, Prevalence of and traots associated with low BMD among female adolescent runners. *Med Sci Sports Exerc*, 2008, 40, 2015-2021.
- Bassit AR, Sawada LA, Bacurau RFP, Navarro F, Costa Rosa BPLF, The effect of BCAA supplementation upon the immune response of triathletes. *Nutr*, 2002, 18, 376-379.
- Bemben MG, Bemben DA, Loftiss DD, Knehans AW, Creatine supplementation during resistance training in college football athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 2001, 1667-1673.
- Benell KL, Malcom SA, Thomas SA, Risk factors for stress fractures in female track-and-field athletes. *Clin J Sport Med*, 1995, 5, 229-235.
- Bennell. KL, Malcom SA, Thomas SA, Wark JD, Brukner PD. The incidence and distribution of stress fractures in competitive track and field athletes. *Am J Sports Med*, 1996, 24, 21-217.
- Berginc K. Pharmacokinetic interactions between drugs and dietary supplements: carbohydrate, protein, vitamin and mineral supplements. *Diet Suppl*, 2015, 6,85-126.
- Bessman SP, Savabi F, The role of phosphocreatine energy shuttle in exercise and muscle hypertrophy. *Bioch Exerc*, 1990, 7, 167-178.
- Bishop D. Dietary Supplements and Team-Sport Performance, *Sports Med*, 2010, 40,995-1017.

Bowtell JL, Gelly K, Jackman ML, Patel A, Simeoni M, Rennie MJ. Effect of oral glutamine on whole body carbohydrate storage during recovery from exhaustive exercise. *J Appl Physiol*, 1999, 86, 1770-1777.

Brilla LR, Haley TF. Effect of magnesium supplementation on strenght training in humans. *J Am Coll Nutr*, 1992, 11, 326-329.

Bufford TW, Kreider BR, Stout RJ, Greenwood M, Campbell B, Spano M, Ziegenfuss T, Lopez H, Landis J, Antonio J. International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007, 4 ,6.

Burke LM, Collier GR, Hargreaves M. Glycemic Index-A New Tool in Sport Nutrition? *Int J Sports Nutr*, 1998, 8, 401-415.

Burke ML, Read SDR. Dietary Supplements in Sport. *Sports Med*, 1993, 15, 43-65.

Calder PC Requirement for both glutamine and arginine by proliferating lymphocytes. *Proc Nutr Soc*, 1995, 54,123.

Cannel JJ, Hollis BW, Sorenson BM, Taft N,. Anderson JJB. Athletic Performance and Vitamin D. *Med Sci Sports Exerc*, 2009, 1102-1110.

Cao GH, Chen JD. Effects of dietary zinc on free radical generation, lipid peroxidation, and superoxide dismutase in trained mice. *Arch Biochem Biopys*, 1991, 291,147-153.

Castell LM, Newsholme EA. The Effects of Oral Glutamine Supplementation on Athletes After Prolonged, Exhaustive Exercise. *Nutr*, 1997, 13, 738-742.

Castell LM, Poortmans JR, Newsholme EA. Does glutamine have a role in reducing infections in athletes? *Eur J Appl Physiol*, 1996, 73, 488-490.

Castell LM. Glutamine Supplementation In Vitro and In Vivo, in Exercise and in Immunodepression. *Sports Med*, 2003, 33, 323-345.

Ceglia L, Toni ., Vitamin D and Muscle Performance in Athletes. *Nutr*, 2018, 113, 1121-1130.

Cerretelli P, Marconi C. L-Carnitine Supplementation in Humans. The Effects on Physical Performance, *Intl J Sports Med*, 1990, 11, 1-14.

Cholewa J, Trexler E, Lima-Soares F, de Araujo Pessoa K, Souza R, Santos AM, Zhi X, Nicastro H, Cabido CET, de Freitas MC, Rossi F, Zanchi NE. Effects of Dietary Sport Supplements on Metabolite Accumulation, Vasodilation and Cellular Swelling in Relation

to Muscle Hypertrophy: A Focus on “secondary” physiological determinants, *Nutr*, 2018, 217-232.

Cinar V, Nizamlioglu M, Mogulkoc R, Baltaci AK. Effects of Magnesium Supplementation on Blood Parameters of Athletes at Rest and After Exercise. *Biol Trace Elem Res*. 2006, 115, 205-212.

Clark KL, Sebastianelli W, Flechsenhar KR, Aukermann DF, Meza F, Millard RL, Deitch JR, Sherbondy PS, Albert A. 24-week study on the use of collagen hydrolysate as a dietary supplement in athletes with activity-related joint pain, *Curr Med Res Opin*, 2008, 24, 1485-1496.

Clarkson MP. Minerals:Exercise performance and supplementation in athletes. *J Sports Sci*, 2007, 9, 91-116.

Cumming RG. Calcium intake and bone mass: A quantitative review of the evidence, *Calciff Tissue Int* , 1990 , 47,194-201.

Čuk Radović T. Utjecaj kolagena na zdravlje i izgled kože, 2018. e-tečaj sa [www.hljk.hr](http://www.hljk.hr). pristupljeno 26.7.2019.

De Palo EF, Gatti R, Cappellin E, Schiraldi C, De Palo CB, Spinella P. Plasma lactate, GH and GH-binding protein levels in exercise following BCAA supplementation in athletes, *J Amino Acids*, 2001. 20 ,1-11.

Dodaci prehrani 2006. <https://zdravstvo.gov.hr/> pristupljeno 5.9.2019.

Dubnov-Raz G, Lahav Y, Constantini WN. Non-nutrients in sports nutrition: Fluids, electrolytes and ergogenic aids. *J Clin Nutr Met*, 2011. 217-222.

Fogelholm MI, Ruokonen I, Laakso JT, Vuorimaa T, Himberg JJ. Lack of association between indices of vitamin B-1, B-2 and B-6 status and exercise-induced blood lactate in young adults. *Int J Sport Nutr*, 1993, 3, 165-176.

Gaffney GR, Bagchi D. Performance Enhancement Drugs and Sports Supplements :A Review of the Evidence. *Nutr*, 2019. 13, 151-161.

Gantz NM. Magnesium and chronic fatigue *Lanc*. 1991, 338,66.

Ghosh N, Sen CK. The Promise of Dietary Supplements : Research Rigor and Marketing Claims, *J Nutr*, 2019. 66, 759-766.



Gleeson M. Dosing and Efficacy of Glutamine Supplementation in Human Exercise and Sport Training. *J Nutr*, 2008, 138, 2045-2049.

Gorissen SHM, Phillips MS. Branched-Chain Amino Acids (Leucine, Isoleucine, and Valine) and Skeletal Muscle, *Nutr*, 2019, 16, 263-278.

Grindstaff P, Kreider R, Weiss L, Fry A, Wood L, Bullen D, Miyaji M, Ramsey L, Li Y, Almanda A. Effects of ingesting a supplement containing creatine monohydrate for 7 days on isokinetic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 1995, 27, 147.

Harris RC, Soderlund K, Hultman E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci*, 1992, 83, 367-374.

Havenetidis K, Cooke CB, King RFGJ, Butterly R. The effect of creatine supplements on repeated 30s cycle sprint in man. *J Physiol*, 1995, 483, 122.

Haymes ME. Vitamin and Mineral Supplementation to Athletes. *Int J Sport Nutr*, 1991, 146-169.

Howard JM, Davies S, Hunnisett A. Magnesium and chronic fatigue syndrome, *Lanc*, 1992, 340, 426.

Izvedba potiska na klupi 2018. weighttraining.guide pristupljeno 5.8.2018.

Jana K, Samanta PK, Manna I, Ghosh P, Singh N, Khetan RP, Ray BR. Protective effect of sodium selenite and zinc sulfate on intensive swimming-induced testicular gamatogenic and steroidogenic disorders in mature male rats. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2008, 33, 903-914.

Jelovnik dana na režimu punjenja glikogena <https://lornpearsontrains.files.wordpress.com> pristupljeno 7.8.2019.,

Kara E, Gunay M, Cicioglu I, Ozal M, Kilic M, Mogulkoc R, Baltaci AK. Effect of Zinc Supplementation on Antioxidant Activity in Young Wrestlers. *Biol Trace Elem Res*, 2010, 134, 55-63.

Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-carnitine in Athletes: Does it make sense? *Nutr*, 2004, 20, 709-715.

Kelly GS Sports nutrition: A review of selected nutritional supplements for bodybuilders and strength athletes, *Med. Rev*, 1997, 184-201.

Kerksick CM. Requirements of Proteins, Carbohydrates and Fats for Athletes, *Nutr*, 2019, 20, 443-459.

- Kilic M, Baltaci AK, Gunay M. Effect of Zinc Supplementation on Hematological Parameters in Athletes. *Biol Trace Elem Res*, 2004,100, 31-38.
- Kraemer WJ, Volek JS, Dunn-Davis C. L-Carnitine Supplementation: Influence upon Physiological function, *Curr Sports Med Reps*, 2008, 7, 218-223.
- Kreider BR, Melton C, Rasmussen JC, Greenwood M, Lancaster S, Cantler CE, Milnor P, Almada LA. Long term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Moll Cell Biochem*, 2003, 244, 95-104.
- Kreider BR, Miriel V, Bertun E. Amino Acid Supplementation and Exercise performance. *J Sports Nutr*, 1993, 16, 190-209.
- Kreider BR. Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Moll Cell Biochem*, 2003, 244, 89-94.
- Kulier I. Suplementi u prehrani i športu. Zagreb, Impress, 2000. str 61-269.
- Lappe J, Cullen D, Haynatzki G, Recker R, Ahlf R, Thompson K. Calcium and Vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *J Bone Miner Res*, 2007, 23, 741-749.
- Liu L, Borowski G, Rose LI. Hypomaesemia in a tennis player, *Phys Sportsmed*, 1983, 11,79-80.
- Lukaski CH. Micronutrients (Magnesium, Zinc, and Copper): Are mineral Supplements Needed for Athletes?. *Int J Sports Nutr*, 1995, 5, 74-83.
- Lukaski HC. Magnesium, Zinc and Chromium Nutrition and Athletic Performance. *Can J Appl Physiol*, 2001, 26, 13-22.
- Mackinnon LT, Hooper SL. Plasma glutamine and upper respiratory tract infection during intensifed training in swimmers, *Med Sci Sports Exerc*, 1996, 28, 285-290.
- Margaritaris I. Training, Changes in Nutritional Requirements and Dietary Support of Physical Exercise, *Int J Sports Med*, 12, 151-182.
- Matter M, Stittfall T, Graves J, Myburgh K, Adams B, Jacobs P, Noakes TD. The effect of iron and folate therapy on maximal exercise performance in female marathon runners with iron and folate deficiency. *Clin. Sci*, 1987, 72, 415-422.
- Maughan JR, Depiesse F, Geyer H. The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci*, 2007, 25, 103-113.

- Maughan JR, King SD, Lea T. Dietary supplements. *J Sports Sci*, 2004, 22,95-113.
- Maughan JR. Creatine Supplementation and Exercise Performance. *Int J Sports Nutr*, 1995, 5, 94-101.
- McDonald R, Keen CL. Iron, Zinc and Magnesium Nutrition and Athletic Performance. *Sports Med*, 1988, 5, 171-184.
- Metzl JD, Small E, Levine SR, Gershel JC. Creatine Use Among Young Athletes. *J Pediatr*, 2001, 108,421-425.
- Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc Status in Athletes. *Sports Med*, 2001, 31,577-582.
- Moore LJS, Midgley AW, Thurlow S, Thomas G, Mc Naughton LR. Effect of the glycaemic indeks of a pre-exercise meal on metabolism and cycvling time trial performance. *Sports Med*, 2010, 13, 182-188.
- Mujika I, Padilla S. Creatine Supplementation as an Ergogenic Aid for Sports Performance in Highly Trained Athletes: A Critical Review. *Int J Sports Med*, 1997, 18,491-496.
- Neek LS, Ali Gaeini A, Choobineh S. Effect of Zins and Selenium Supplementation on Serum Testosterone and Plasma Lactate in Cyclist Afte ran Exhaustive Exercise Bout. *Biol Trace Elem Res*, 2011, 144, 454-462.
- Newhouse IJ, Finstad EW. The effects of magnesium supplementation on exercise performance. *Clin J Sport Med*, 2000, 10, 195-200.
- Nieves JW, Melsop K, Curtis M, Kelsey JL, Bachrach LK, Greendale G, Sowers MF, Sainani KL. Nutritional factors that influence change in bone density and stress fracture risk among young female cross-country runners. *PM R*, 2010, 2, 740-750.
- O'Reilly J, Wong SHS, Chen Y. Glycaemic Indeks, Glycaemic Load and Exercise Performance, *Sports Med*, 2010, 40, 27-39.
- Parry DA, Oeppen RS, Amin M, Brennan PA. Can dietary supplements improve a clinician's well-being and health? [www.baos.org.uk](http://www.baos.org.uk), 2017, pristupljeno 20.8.2019.
- Parry-Billings M, Evans J, Calder PC, Newsholme EA. Does glutamate contribute to immunosupression? *Lanc*, 1990, 336-523.
- Parsaie N, Ghavamzadeh S, Cheraghi M. The effects of cholecalciferol supplementation on the inflammatory markers and muscle damage indices of soccer players after a simulated

soccer match: A double-blind, placebo-controlled, randomized trial, *Am J Med*, 2018, 15, 232-241.

Patterson SD, Waldron M, Jeffries O. Proteins and Amino Acids and Physical Exercise, *Int J Sports Med*, 201. 13, 183-196.

Phillips GC. Glutamine: The Nonessential Amino Acid for Performance Enhancement. *Curr Sports Med Rep*, 2007, 6, 265-268.

Position of the Academy of Nutrition and Dietetics : Micronutrient Supplementation, *J Acad Nutr Diet*, 2018, 118, 2162-2173.

Powell S. The antioxidant properties of zinc. *J Nutr*, 2000, 20, 1447-1454.

Pravilnik o dodacima prehrani, 2013. , Zagreb, Narodne novine, broj 39 (NN/39/13)

Pravilnik o dodacima prehrani 2013. <https://narodne-novine.nn.hr/> pristupljeno 5.8.2019.

Rawson SE, Miles PM, Larson-Meyer ED. Dietary Supplemets for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes. *Int J Sports Nutr Met* , 2018, 28, 188-199.

Rokitzki L, Sagredos AM, Reuss F, Buchner M, Keul J. Acute changes in vitamin B-6 status in endurance athletes before and after a marathon. *Int.J Sport Nutr*, 1994 4,154-165.

Schwenk LT, Costley CD. When Food Becomes A Drug: Nonabolic Nutritional Supplement Use in Athletes. *Am J Sports Med*, 2002, 30, 6.

Sousa M, Fernandes JM, Carvalho P, Soares J, Moreira P, Teixeira HV. Nutritional supplements use in high performance athletes is related with lower nutritional inadequacy from food. *J Sport Healt Sci*, 2015, 20, 1-7.

Status vitamina D 2019. <https://ods.od.nih.gov/> pristupljeno 17.7.2019.

Stohs SJ, Kitchens EK , Nutritional supplementation in health and sports performance, *Int J Sports Med*, 2019, 2, 3-9.

Stryer L. Berg J.M. Tymoczko J.L. Biokemija, Školska knjiga, 2013. str.82-114.

Subotičanec K, Stavljenić A, Schalch W, and Buzina R. Effects of pyridoxine and riboflavin supplementation on physical fitness in young adolescents. *Int J Vitam Nutr Res*, 1990, 60, 81-88.

Sung DJ, Kim S, Kim J, An HS, So WY. Role of L-carnitine in sports performance: Focus on ergogenic aid and antioxidant, *Sci Sports*, 2016, 2986, 2-12.

Suzuki M, Itokawa Y. Effects of thiamin supplementation on exercise-induced fatigue. *Metab Brain Dis*, 1996, 11, 95-106.

Štalić Z. Sorić M. Mišigoj-Duraković M. Sportska prehrana. Zagreb, Znanje, 2016. str 127-221.

Tablica boje urina 2006. <http://nutritionclinic.ie/> pristupljeno 26.6.2019.

Tenforde SA, Sayres LC, Sainani KL, Fredericson M. Evaluating the Relationship of Calcium and Vitamin D in the Prevention of Stress Fracture Injuries in the Young Athlete. *Am J Sports Med*, 2010, 2. 945-949.

Trappe SW, Costill DL, Goodpaster B, Vukovich MD, Fink WJ. The Effects of L-Carnitine Supplementation on Performance During Interval Swimming, *Int J Sports Med*, 1994, 15, 181-185.

Van Hall G, Raaymakers JSH, Saris WHM, Wagenmakers AJM. Supplementation with branched-chain amino acids (BCAA) and tryptophan has no effect on performance during prolonged exercise, *Clin Scim* 1994, 87, 52.

Vitali Čepo D. Prezentacije iz kolegija Fiziološki i biokemijski aspekti prehrane. Zagreb, FBF, 2017.

Volek SJ, Raeson SE. Scientific Basis and Practical Aspects of Creatine Supplementation for Athletes. *Nutr*, 2004, 20, 609-614.

Walsh NP, Blannin AK, Robson PJ, Gleeson M. Glutamine, exercise and immune function: Links and possible mechanisms. *Sports Med*, 1998, 26, 177-191.

Williams HM. Dietary supplements and Sports Performance: Herbals *Int J Sports Nutr* 2006, 3, 1-6.

Woolf K, Manore MM. B-Vitamins and Exercise: Does Exercise Alter Requirements? *Int J Sports Nutr Exer*, 2006, 16, 453-484.

Yoshimura M, Aoba Y, Watari T, Momoura R, Watanabe K, Tomonaga A, Matsunaga M, Suda Y, Lee WY, Asai K, Yoshimura K, Nakagawa T, Yamamoto T, Yamaguchi H, Nagaoka I. Evaluation of the effect of a chicken comb extract containing supplement on cartilage and bone metabolism in athletes, *Exp Ther Med*, 2012, 4, 577-580.

Zdzieblik D, Oesser S, Gollhofer A, Koenig D. Improvement of activity-related knee joint discomfort following supplementation of specific collagen peptides, *Appl Physiol Nutr Metab*, 2017, 3, 1-29.

## 7. SAŽETAK

---

Sve veći broj sportaša odlučuje se za uzimanje dodataka prehrani u nastojanju poboljšanja općeg stanja organizma i/ili stjecanja prednosti nad konkurencijom. Dodaci prehrani nisu lijekovi, ne liječe bolesti, ali ih mogu prevenirati i olakšati neke simptome. Također, mogu ojačati imunitet i unaprijediti opće stanje organizma, no samo ako se koriste po preporuci stručnjaka. Cilj ovog rada je dati pregled najnovijih znanstvenih spoznaja o učinkovitosti najčešće korištenih dodataka prehrani za sportaše s posebnim naglaskom na njihovo ergogeno djelovanje, odnosno djelovanje na povećanje učinkovitosti, snage i izdržljivosti. Proučavani dodaci prehrani su kreatin, aminokiseline razgranatog lanca, glutamin, l-karnitin, kolagen, vitamini B skupine, magnezij, cink te kalcij i vitamin D. Rehidracija se kod sportaša najbolje postiže izotoničnim napitcima u sastavu 20-30 mEq/L natrija, 2-5 mEq/L kalija i 8 % ugljikohidrata. Od navedenih dodataka prehrani, ergogeno djelovanje je dokazano samo kod suplementacije kreatinom u količini od 0,3g/kg tj.mase dnevno kod brzih i eksplozivnih disciplina, dok za ostale sportske discipline isti učinak nije dokazan . Uz dovoljan energetske unos i uravnoteženu prehranu sportaš dobiva dovoljne količine makro- i mikronutrijenata te stoga suplementacija nije potrebna. Ona se preporuča samo u određenim stanjima zbog nemogućnosti postizanja uravnotežene prehrane ili klinički dokazanog deficita nekog nutrijenta.



## 7.SUMMARY

---

An increasing number of athletes are deciding to take dietary supplements as an effort to improve the general condition of the body and / or gain an advantage over their competition. Dietary supplements are not medicines, they do not cure diseases, but they can prevent them and relieve some symptoms. They can also enhance immunity and improve the general condition of the body, but only if used as recommended by experts. The aim of this paper is to provide an overview of the latest scientific findings on the effectiveness of commonly used dietary supplements for athletes, with particular emphasis on their ergogenic impact, that is, the effect on increasing efficiency, strength and endurance. The dietary supplements studied are creatine, branched chain amino acids, glutamine, l-carnitine, collagen, B-group vitamins, magnesium, zinc, and calcium and vitamin D. Rehydration in athletes is best achieved with isotonic drinks consisting of 20-30 mEq / L sodium, 2-5 mEq / L potassium and 8% carbohydrates. Of the above dietary supplements, ergogenic activity has been proved only with creatine supplementation in the amount of 0.3g / kg of body mass per day in fast and explosive disciplines, while for other sports disciplines the same effect has not been proven. With sufficient energy intake and a balanced diet, the athlete receives sufficient amounts of macronutrients and micronutrients, so supplementation is not required. It is only recommended in certain conditions because of the inability to achieve a balanced diet or clinically proven nutritional deficiency.

## Temeljna dokumentacijska kartica

Sveučilište u Zagrebu  
Farmaceutsko-biokemijski fakultet  
Studij: Farmacija  
Zavod za kemiju prehrane  
Domagojeva 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

Diplomski rad

### Učinkovitost najčešće korištenih dodataka prehrani za sportaše

Elena Hajdinjak

#### SAŽETAK

Sve veći broj sportaša odlučuje se za uzimanje dodataka prehrani u nastojanju poboljšanja općeg stanja organizma i/ili stjecanja prednosti nad konkurencijom. Dodaci prehrani nisu lijekovi, ne liječe bolesti, ali ih mogu prevenirati i olakšati neke simptome. Također, mogu ojačati imunitet i unaprijediti opće stanje organizma, no samo ako se koriste po preporuci stručnjaka. Cilj ovog rada je dati pregled najnovijih znanstvenih spoznaja o učinkovitosti najčešće korištenih dodataka prehrani za sportaše s posebnim naglaskom na njihovo ergogeno djelovanje, odnosno djelovanje na povećanje učinkovitosti, snage i izdržljivosti. Proučavani dodaci prehrani su kreatin, aminokiseline razgranatog lanca, glutamin, l-karnitin, kolagen, vitamini B skupine, magnezij, cink te kalcij i vitamin D. Rehidracija se kod sportaša najbolje postiže izotoničnim napitcima u sastavu 20-30 mEq/L natrija, 2-5 mEq/L kalija i 8 % ugljikohidrata. Od navedenih dodataka prehrani, ergogeno djelovanje je dokazano samo kod suplementacije kreatinom u količini od 0,3g/kg tj.mase dnevno kod brzih i eksplozivnih disciplina, dok za ostale sportske discipline isti učinak nije dokazan. Uz dovoljan energetske unos i uravnoteženu prehranu sportaš dobiva dovoljne količine makro- i mikronutrijenata te stoga suplementacija nije potrebna. Ona se preporuča samo u određenim stanjima zbog nemogućnosti postizanja uravnotežene prehrane ili klinički dokazanog deficita nekog nutrijenta.

Rad je pohranjen u Središnjoj knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

Rad sadrži: 53 stranice, 3 grafička prikaza, 5 tablica i 109 literaturnih navoda. Izvornik je na hrvatskom jeziku.

Ključne riječi: dodatak prehrani, sport, sportaši, suplementacija, glutamin, karnitin, aminokiseline razgranatog lanca, kolagen, vitamin D, kalcij, cink, vitamini B kompleksa, magnezij, ergogeno

Mentor: **Dr. sc. Lovorka Vujić**, *docent Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.*

Ocjenjivači: **Dr. sc. Lovorka Vujić**, *docent Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.*

**Dr. sc. Dubravka Vitali Čepo**, *izvanredni profesor Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.*

**Dr. sc. Ana-Marija Domijan**, *redoviti profesor Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.*

Rad prihvaćen: rujan 2019.

## Basic documentation card

University of Zagreb  
Faculty of Pharmacy and Biochemistry  
Study: Pharmacy  
Department of Food Chemistry  
Domagojeva 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

Diploma thesis

### The efficiency of the most commonly used dietary supplements for athletes

**Elena Hajdinjak**

#### SUMMARY

An increasing number of athletes are deciding to take dietary supplements as an effort to improve the general condition of the body and / or gain an advantage over their competition. Dietary supplements are not medicines, they do not cure diseases, but they can prevent them and relieve some symptoms. They can also enhance immunity and improve the general condition of the body, but only if used as recommended by experts. The aim of this paper is to provide an overview of the latest scientific findings on the effectiveness of commonly used dietary supplements for athletes, with particular emphasis on their ergogenic impact, that is, the effect on increasing efficiency, strength and endurance. The dietary supplements studied are creatine, branched chain amino acids, glutamine, l-carnitine, collagen, B-group vitamins, magnesium, zinc, and calcium and vitamin D. Rehydration in athletes is best achieved with isotonic drinks consisting of 20-30 mEq / L sodium, 2-5 mEq / L potassium and 8% carbohydrates. Of the above dietary supplements, ergogenic activity has been proved only with creatine supplementation in the amount of 0.3g / kg of body mass per day in fast and explosive disciplines, while for other sports disciplines the same effect has not been proven. With sufficient energy intake and a balanced diet, the athlete receives sufficient amounts of macronutrients and micronutrients, so supplementation is not required. It is only recommended in certain conditions because of the inability to achieve a balanced diet or clinically proven nutritional deficiency.

The thesis is deposited in the Central Library of the University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry.

Thesis includes: 53 pages, 3 figures, 5 tables and 109 references. Original is in Croatian language.

**Keywords:** dietary supplements, sport, athlete, supplementation, glutamine, carnitine, branched chain amino acids, collagen, vitamin D, calcium, zinc, B complex vitamins, magnesium, ergogenic

**Mentor:** **Lovorka Vujić, Ph.D.** Assistant Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry

**Reviewers:** **Lovorka Vujić, Ph.D.** Assistant Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry  
**Dubravka Vitali Čepo, Ph.D.** Associate Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry  
**Ana-Marija Domijan, Ph.D.** Full Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry

The thesis was accepted: September 2019.