

# Mikronutricija u sportskoj medicini

---

**Stipanić, Dario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:193:433899>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-24**

*Repository / Repozitorij:*

**BIotech**

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Biotechnology and Drug Development - BIOTECHRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
ODJEL ZA BIOTEHNOLOGIJU  
Preddiplomski sveučilišni studij  
“Biotehnologija i istraživanje lijekova”

Dario Stipanić  
Mikronutricija u sportskoj medicini  
Završni rad

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
ODJEL ZA BIOTEHNOLOGIJU  
Preddiplomski sveučilišni studij  
"Biotehnologija i istraživanje lijekova"

Dario Stipanić  
Mikronutricija u sportskoj medicini  
Završni rad

Rijeka, 2024.

Mentor rada: dr.sc. Stribor Marković

Završni rad obranjen je dana: \_\_\_\_\_

pred povjerenstvom:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Rad ima 24 stranice, 0 slika, 0 tablica i 41 literaturni navod.

## Sažetak/Summary

Za sportaše postoje brojni faktori koje moraju uzeti u obzir kada se žele natjecati na profesionalnoj razini, ali i da bi se zdravo i dugo mogli baviti sportom. Jedan od tih faktora je prehrana odnosno nutricija te se osim makronutijenata poput ugljikohidrata i proteina pažnja mora posvetiti i mikronutriciji, spojevima i molekulama prisutnim u vrlo malim količinama, no i dalje iznimno bitnim za funkciju i održavanje dobre forme.

Mikronutijenti koji se u ovom radu obrađuju su kreatin, karnitin, karnozin, vitamini A, B6, D, E i K i minerali magnezij, kalcij, fosfor, željezo i cink.

Postoje naravno i drugi mikronutrijenti važni za život i funkciju tijela, no ovdje su izdvojeni najbitniji specifično za sportski performans.

## Ključne riječi/Key words

Mikronutrijent, nutricija, suplement, sport, vitamin, mineral

## Sadržaj

1. Uvod .....	6
2. Svrha rada .....	7
3. Mikronutrijenti .....	8
3.1. Kreatin .....	8
3.2. Karnitin .....	10
3.3. Karnozin .....	11
3.4. Vitamini .....	12
3.4.1. Vitamin A .....	12
3.4.2. Vitamin B6 .....	13
3.4.3. Vitamin D .....	13
3.4.4. Vitamin E .....	14
3.4.5. Vitamin K .....	14
3.5. Minerali .....	15
3.5.1. Magnezij .....	16
3.5.2. Kalcij .....	16
3.5.4. Željezo .....	17
3.5.5. Cink .....	17
4. Zaključak .....	18
5. Literatura .....	19
6. Životopis .....	25

## 1. Uvod

Trenutno stanje društva je takvo da se mnogi nutrijenti, vitamini i drugi suplementi reklamiraju posvuda, tvrdeći kako su korisni za svakoga, a postoje i brojne grupe ljudi koje propovijedaju i zastupaju vrijednost određenog suplementa predstavljajući ga kao najboljeg, najkorisnijeg i svojevrsne "panaceje", lijeka za svaku bolest ili nelagodu. Naravno iz toga proizlazi pitanje: Koliko su oni u pravu, a koliko je od iznesenih tvrdnji lažno, nepotvrđeno činjenicama ili istraživanjima?

Studija koju je 2011 proveo tim Fulgoni VL i sur. usporedila je prehranu i količinu nutrijenata skupine od 18063 Amerikanaca s vrijednostima koje je 2003-2004 i 2005-2006 skupila NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) zaključila je da , velik broj Amerikanaca unatoč relativno uravnoteženim prehranama (bez supervizije unosa hrane) ima nedostatne količine nutrijenata naspram preporučenog dnevnog unosa, uključujući mikronutrijente [1]. Ova studija potvrđuje trajni problem kvalitete i nutritivne zasićenosti hrane koju konzumiramo te opravdava potrebu nutritivne suplementacije kao rješenja za zdraviji život.

Problem prehrane još se više naglašava u kontekstu sportaša koji zahtijevaju bolje isplaniranu prehranu i nutrijente koje unose, imaju povećanu potrošnju i fiziološke potrebe za određenim nutrijentima koje prosječna osoba ne treba, te problem suplementacije i reklamiranja brojnih suplementa koji ili nemaju ili imaju marginalnu vrijednost nedovoljnu za opravdanje korištenja suplementa. U studiji Amawi i sur. iz 2023. obuhvaćene su najbitnije činjenice općenite prehrane i mikronutricije sportaša te čestih uzroka nestašice nutrijenata [2].

Mikronutricija je jedna od mogućih problema te ćemo ju u ovom kritičkom pregledu pokušati razraditi, objasniti i ponuditi moguća rješenja.

## **2. Svrha rada**

Svrha ovog završnog rada je kritičkim pregledom literature provjeriti ukoliko postoji i koliko je značajan utjecaj mikronutricije na sposobnost sportaša i njihov kontinuiran napredak u svom području. Napredak može označavati rast mišićne mase, poboljšanje vremena u tempiranim sportovima, poboljšanje kondicije ili opće poboljšanje u kvaliteti života. Ovaj rad može pružiti sportašima i njihovim trenerima uvod u mikronutriciju i načine na koje im može pomoći te smjernice gdje dalje istražiti moguće pogodnosti određenih suplementa. Korist mikronutricije u sportskom okruženju može se izraziti od početnika kojemu je potreban brži oporavak ili više energije, sve do vrhovnih sportaša kojima je svaki djelić sekunde presudan. Naposljetku, bitno je naglasiti važnost pravilne i uravnotežene prehrane kao osnove svačijeg života, no u ovome radu odnosimo se na skupinu sportaša kojima može, uz zdravu prehranu, biti potrebna dodatna suplementacija kako bi nadoknadili dodatno potrošene mikronutrijente ili nadodali neke koje tijelo ne može u dovoljnoj količini osigurati prilikom normalne funkcije.



### **3. Mikronutrijenti**

Pojam "mikronutrijent" predmet je rasprave koja se vodi već godinama te i dan danas nije točno definirana. Prema WHO-u (World Health Organization), mikronutrijenti su vitamini i minerali potrebni tijelu u vrlo malim količinama, no čiji je utjecaj na zdravlje kritičan te čija odsutnost može uzrokovati teške ili po život opasne simptome [3]. Vitamin je definiran kao bilo koja organska supstanca potrebna u malim količinama za normalnu funkciju tijela, koje većinom tijelo ne može samo proizvesti. Unutar samih definicija vidljivi su problemi sa točnim definiranjem tih pojmova, jer neke supstance koje definiramo mikronutrijentima nisu ni vitamini niti minerali, poput esencijalnih masnih kiselina, ili su "uvjetni" vitamini, što znači da se stvaraju u tijelu ali ne u dovoljnoj količini za zadovoljavanje preporučenog dnevnog unosa (RDI – recommended daily intake), kao što je vitamin D koji se prirodno stvara u našoj koži pod utjecajem UV zračenja.

Za potrebe ove studije pojam mikronutrijent biti će definiran po WHO, a biti će dodani i suplementi koje koriste sportaši koje ne svrstavamo u mikronutrijente, no primjenjuju se zbog svog utjecaja na sportski napredak, a prisutni su i u drugim namirnicama koje se konzumiraju u vrlo malim količinama.

#### **3.1. Kreatin**

Najčešći i najistraživaniji suplement koji se preporučuje za korištenje svim sportašima, aktualan još od 1992. kada su Harris i sur. proveli istraživanje promatrajući načine suplementacije, učinkovitost i moguće nuspojave [4]. Ergogeni učinak na koji funkcionira kreatin je pohrana dodatne energije u obliku fosfokreatina (PCr) koji pomaže pri pretvorbi adenzin difosfata (ADP) u visokoenergetski adenzin trifosfat (ATP) [5]. Prilikom brojnih istraživanja drugi pozitivni učinci koji su bili zabilježeni uključuju brži oporavak, brže građenje mišićne mase i općeniti osjećaj snage i energičnosti [6]. Trenutno mišljenje znanstvene zajednice po pitanju doziranja je dvojno, sa ili bez takozvane "loading" faze prilikom koje se povećana doza kreatina od oko 20 grama dnevno uzima oko tjedan dana, nakon koje se uzima između 3 i 5 grama kreatina na dan kako bi se održala zasićenost organizma. Argumenti se zasnivaju na tome da "loading" faza brže zasićuje organizam kreatinom i ubrzava njegove učinke, dok se s druge strane to ubrzanje odnosi na tjedan dana. Sigurnost kreatina je potvrđivana u istraživanjima mnogo puta s dozama koje dostižu čak 30 grama dnevno u periodu od 5 godina. Najčešći i najistraženiji oblik kreatina je kreatin monohidrat, no postoje i druge forme poput anhidrata koji nema molekulu vode, kreatin citrat, kreatin malat i brojni drugi. Studija koju su 2022. proveli Escalante i sur. utvrdila je kako od 175 različitih proizvoda koji sadrže kreatin dostupnih za kupnju na Amazonu, čak 88% onih koji nisu u obliku monohidrata, iako često reklamiraju bolju efikasnost ili bioraspoloživost, nema ili ima ograničenu statistički značajnu pogodnost za bioraspoloživost, sigurnost ili efikasnost [7]. Nažalost jedan od problema koji se pojavljuje kod suplemenata poput kreatina namijenjenih sportašima ili osobama koje žele poboljšati kondiciju ili smršaviti je praksa dodavanja supstanci koje ne budu deklarirane, a imaju značajne učinke uzrokujući nenamjerni doping. Ovakve nedeklarirane supstance mogu biti zabranjene za korištenje u profesionalnom sportu ili čak biti smatrane steroidima što može označiti kraj sportske karijere i oduzimanje prava participacije sportašu koji naposljetku nije ni bio svjestan supstance koju uzima. U članku iz 2022.

rezultati brojnih studija na temu nenamjernog dopinga putem suplemenata su kompilirani i donesen je zaključak kako 875 od 3132 provjerenih suplemenata sadrži nedeklarirane supstance od kojih su najčešće bile sibutramin, zabranjeni lijek za mršavljenje, testosteron i drugi anabolički steroidi te razni SARM-ovi (selektivni androgen receptor modulatori) i diuretici [8]. Jedini dosad zabilježeni nepoželjni učinak kreatina koji se uzima kao direktna posljedica njegova uzimanja je povećanje tjelesne mase koje je prouzrokovano povećanom apsorpcijom vode u mišićno tkivo, iako se i ta nuspojava osporava u pojedinim studijama poput one koju su izveli Antonio i sur. [9]. Pregled tematike koju su Wax i sur. objavili na temu kreatina s obzirom na opću i sportsku populaciju obuhvaća širok spektar sportova i pokazuje poboljšanja poput boljih vremena prilikom kratkih intenzivnih disciplina u atletici i plivanju, povećanja mišićne mase u podizanju utega, američkom nogometu i borilačkim vještinama i smanjene acidoze mišića u skijanju, vodenim i borilačkim sportovima [10]. Kreatin se zato s razlogom uzima kao temelj sportske suplementacije zbog svojih brojnih znanstveno dokazanim pozitivnim učincima i gotovo nepostojanim rizičnim faktorom.

### **3.2. Karnitin**

Uloga karnitina u metabolizmu čovjeka je kao esencijalni kofaktor u prijenosu masnih kiselina dugog lanca u mitohondrij kako bi se omogućilo kataboličko stvaranje energije, a također prenosi neke toksične supstance izvan mitohondrija. Većina tjelesnog karnitina pohranjena je u skeletnim i srčanim mišićima, oko 95%, dok je preostalih 5% većinom u jetri i bubrezima [11]. Obično se pod pojam karnitin odnosi na spojeve L-karnitin, acetil-L-karnitin i propionil-L-karnitin, koji naposljetku vrše istu funkciju, no čija bioraspodjelivost nije dovoljno istražena kako bi se potvrdile značajne razlike ili poboljšanje jedne u odnosu na drugu. Bitan je podatak kako je L-karnitin unesen putem mesne hrane obično ima bolju apsorpciju nego onaj unesen suplementacijom. Oko 54-72%

karnitina unesenog prehranom se apsorbiranjem ili reapsorbiranjem u crijevima održava u tijelu dok samo oko 14-18% suplementarnog karnitina ostaje u tijelu [12]. Karnitin se u sportskoj prehrani primjenjuje kao tvar za poticanje gubitka ne-mišićne tjelesne mase i kao izvor dodatne energije koja bi bila dobivena gorenjem više masnog tkiva. Primijećen je i učinak karnitina na smanjeno korištenje aminokiselina kao izvora energije pri niskoenergetskom stanju tijela što bi potencijalno moglo uzrokovati poboljšanu sintezu proteina i mišićnog tkiva, no ova tvrdnja nije još dovoljno istražena [13]. Studija iz 2012. koju su proveli Koozehchian i sur. pokušala je utvrditi učinkovitost L-karnitina na sportaše kroz period od 9 tjedana te su zaključili da suplementacija karnitinom pozitivno utječe na snagu mišića, no nema dovoljne pokazatelje rasta mišićnog tkiva što odgovara fiziološkom mehanizmu djelovanja karnitina [14]. Karnitin je dakle koristan kao suplement sportašima kojima je potrebna mala količina dodatne energije za najteže vježbe ili vrhunac treninga kada je tijelo na izmaku snaga.

### **3.3. Karnozin**

U tijelima brojnih sisavaca karnozin, dipeptid sintetiziran iz beta alanina i L-histidina, ima ulogu prirodnog antioksidanta zbog toga što reducira reaktivne kisikove spojeve (ROS – reactive oxygen species) i veže reaktivne aldehide, ima neuroprotektivna i protuupalna svojstva i dio je puferskog sustava u mišićima jer mu je pKa bliži našem normalnom nego onaj histidina; 6,83 naspram 6,03 [15]. Karnozin štiti od suvisle glikacije i nastanka naprednih produkata glikacije (engl. advanced glycation end products, AGE) [16] Pohranjuje se i proizvodi u najvećoj mjeri u skeletnim mišićima, u najvećoj koncentraciji u tipu II mišićnih vlakana koji su zaslužni za kratke, eksplozivne periode fizičke aktivnosti te se u tim vlaknima nalazi otprilike u dvostruko većoj koncentraciji nego u tipu I mišićnih vlakana [17]. Karnozin se kao suplement može unositi u obliku L-karnozina ili kao same aminokiseline beta alanina iz koje se sintetizira u

tijelu te se pokazalo kako se unosom beta alanina kroz duži period vremena koncentracija karnozina u tijelu može povisiti do 80% [18]. Karnozin se zbog ovih razloga smatra dobrim suplementom za opće poboljšanje kvalitete života te se i dalje provode studije koje pokazuju potencijalne dobrobiti u liječenju ili borbi protiv dijabetesa tipa II [19], kroničnih neurodegenerativnih bolesti uzrokovanih oksidativnim stresom [20] i zloćudnih tumora [21].

### **3.4. Vitamini**

Vitamini su ključni mikronutrijenti potrebni za funkciju tijela te ih obično unosimo u dovoljnoj količini putem prehrane. Nedostatci vitamina bili su vidljivi kroz povijest u više navrata poput noćne sljepoće uzrokovane manjkom vitamina A, poznate još od doba antičke Grčke i Egipta [22], skorbuta koji je mučio pomorce sve dok nisu počeli unositi vitamin C putem kiselog kupusa i naranči [23] ili pelagre koja je pogađala siromašnije dijelove Sjeverne i Južne Amerike i Meksika zbog primarnog izvora energije kukuruza koji bi bez posebne obrade bio siromašan vitaminom B3, niacinom [24]. I u modernom društvu vitaminske deficijencije su moguće zbog različite geografske lokacije, okolišnih čimbenika, poput izlaganja Suncu i sintezi vitamina D [25] ili posebnih dijeta koje ograničavaju raznovrsnost prehrane i dostupnost vitamina, primjerice vegani kojima je smanjen unos vitamina B12 dostupnog u mesu i mliječnim proizvodima [26]. Sportaši su također podložni deficijencijama pojedinih vitamina zbog sporta kojim se bave, uvjeta u kojima se taj sport odvija, povećanoj potrošnji vitamina ili prehrani koja je nedostatna za potrebe tijela.

#### **3.4.1. Vitamin A**

Vitamin A u tijelu postoji u formama retinola, retinala i retinoične kiseline (RA – retinoic acid) od kojih su upravo RA i njezine izoforme najbitniji

ligandi koji se veže na RAR (RA receptor) proteine i RXR proteine. Ove dvije skupine nuklearnih receptora iznimno su bitne za embrionalni razvoj, te kasnije kao transkripcijski faktori koji reguliraju proliferaciju i diferencijaciju stanica [27]. U tijelu je također bitan zbog svoje uloge u održavanju integriteta epitelnih stanica oka, gastrointestinalnog i respiratornog sustava. Međutim studija iz 2018 pokazala je i ulogu vitamina A u pojačavanju imunskog odgovora i ima protuupalni učinak [27]. Vitamin A je također jedan od glavnih antioksidativnih mikronutrijenata koji su izrazito bitni za sportaše zbog povećanog oksidativnog stresa uzrokovanog tjelesnom aktivnošću. Drugi korisni učinci za sportaše uključuju ubrzavanje procesa zacjeljivanja, sintezu proteina i ubrzavanje oporavka mišića [28]. Neki prirodni izvori vitamina A su jaja, mliječni proizvodi, riba i jetrica, a vitamin A je moguće dobiti i preradbom iz beta karotena čiji su dobar izvor povrće poput špinata, mrkve ili batata i voće poput manga, breskvi ili papaje.

### **3.4.2. Vitamin B6**

Uloga vitamina B6 u ljudskom tijelu je kao koenzim u brojnim reakcijama metaboličke prirode poput transaminacije, dekarboksilacije i racemizacije djelujući na aminokiseline, lipide i ugljikohidrate, a ima ulogu i u stvaranju hemoglobina [29]. Vitamin B6 se u tijelu ne može pohranjivati, no isto tako se lako unosi putem hrane poput mesa, ribe, povrća bogatih škrobom i voća osim citrusa te su deficijencije ovog vitamina rijetke. To se mijenja u sportskoj zajednici gdje je primijećeno kako ženske sportašice koje se prehranjuju s manje kaloričnom, odnosno manje energetske zasićenom, hranom ponekad imaju poteškoća s dostizanjem dnevne preporučene doze vitamina B6 [30]. Korektne razine vitamina B6 povezane su s osjećajem snage u mišićima, povećanim aerobnim kapacitetom i boljim mentalnim stanjem [28]. Problemi koji prate deficijenciju prvenstveno se očituju u otežanom metabolizmu

homocisteina, čija povećana koncentracija u krvi vodi kardiovaskularnim bolestima, neurodegenerativnim bolestima i oslabljivanju kostiju [31].

### **3.4.3. Vitamin D**

Vitamin kojeg ljudsko tijelo sintetizira pod utjecajem UVB zračenja iz 7-dehidrokolesterola, a pridonosi apsorpciji kalcija u probavnom sustavu i regulaciji fosfora u metabolizmu. Na taj način vitamin D pridonosi mineralizaciji kosti održavajući ih zdravijima te sprječava tetaniju, poremećaj nepoželjne kontrakcije mišića koje podrazumijeva i grčeve i spazme [32]. Sportovi u zatvorenom prostoru i zimski sportovi obično kao jednu od nuspojava imaju smanjenu izloženost UV zrakama te tako i manju količinu vitamina D za sportaše što može biti razlogom uzimanja suplementa vitamina D. Tamnija boja kože i starija životna dob također su faktori koji igraju ulogu u smanjivanju sinteze vitamina D u koži. Vitamin D također pridonosi normalnoj funkciji organizma zbog svoje funkcije kao liganda na VDR-u (Vitamin D receptor), nuklearnom receptoru s brojnim različitim odgovorima ovisno o ciljnoj stanici na koju utječe [33]. Prirodni izvori vitamina D su ribe poput bakalara, lososa i pastrva, mliječni proizvodi poput sira, a gljive su jedini značajni biljni izvor.

### **3.4.4. Vitamin E**

Vitamin s bitnim antioksidativnim učinkom koji se u prirodi nalazi u osam izoformi, alfa, beta, gama i delta tokoferoli i tokotrienoli, od kojih je alfa tokoferol biološki najaktivniji [34]. Vitamin E predstavlja prvu liniju obrane u antioksidativnom djelovanju protiv lipidnih peroksidaza čime štiti stanične membrane stanica. Poput vitamina A, vitamin E zbog svojeg jakog antioksidativnog učinka dobro utječe na sportaše kao preventivna mjera koja je potrebna zbog dodatnih kisikovih radikala koji nastaju tijekom treninga. Vitamin E ima i potencijalnu ulogu u poboljšavanju

prirodnog imuniteta inhibicijom proupalnog enzima COX2 (ciklooksigenaza 2), modulacijom T stanica stvaranjem boljih sinapsi i regulacijom ravnoteže Th1 i Th2 stanica što je naposljetku pozitivno za sportaše čija aktivnost tijelo ostavlja podložnijim za razvoj bolesti i infekcija [28]. Dobri izvori ovog vitamina su orašasti plodovi, sjemenke i mahune.

### **3.4.5. Vitamin K**

Esencijalan vitamin za sintezu protrombina i drugih zgrušavajućih faktora. Dijelimo ga u tri skupine od kojih svaka ima svoju ulogu i izvor. K1 je sudjeluje u koagulacijskom procesu i izvor mu je povrće poput rajčica, špinata ili kupusa. Vitamin K2 je mikrobiološkog podrijetla, odnosno proizvodi ga mikroflora intestinalnog sustava i služi očuvanju zdravlja kosti. K3 je sintetskog podrijetla i služi za regulaciju procesa koagulacije krvi. U studiji iz 2017. se za sportaše suplementacija vitaminom K pokazala dobrom za povećanje maksimalnog volumena pumpanja krvi koje je srce moglo obaviti sa 12 postotnim povećanjem u odnosu na kontrolnu grupu [35]. U istoj studiji navedena je i funkcija vitamina K2 u obnavljanju funkcije mitohondrija u mišićima i na taj način poboljšanjem sportske sposobnosti. Također se pokazao korisnim u održavanju zdravlja kostiju kod ženskih sportašica poboljšanjem sposobnosti apsorpcije kalcija, promocijom formacije i inhibicije resorpcije kostiju [28].

### **3.5. Minerali**

Pojam mineral odnosi se na neorganske elemente esencijalne za normalnu funkciju i formaciju tijela, za brojne fiziološke i metaboličke procese. Oko dvadeset minerala je potrebno za normalnu funkciju ljudskog tijela, no većinom se grupiraju u takozvane elemente u tragovima, čija je nutricionalna potreba količinski znatno manja od onih koje zahtijevaju makrominerali. Najčešći minerali u ljudskom tijelu su kalcij, fosfor i magnezij, njih nazivamo makromineralima, te oni imaju



bitnu ulogu za sportaše, a najčešći minerali koji su sportašima deficitarni su željezo i cink, pogotovo u populaciji ženskih sportašica [36].

### **3.5.1. Magnezij**

Magnezij je u tijelu bitan za oko 300 metaboličkih reakcija, pomaže u održavanju normalne funkcije živaca, srčanog ritma te kontrakciji i relaksaciji mišića [37]. Pomaže u podizanju energije, smanjivanju umora i poboljšanju mišićne funkcije [28]. Magnezij je također integralni dio osteoklasta i osteoblasta te se oko 50% pohranjuje u kostima gdje je bitan za sintezu koštanih stanica. Marginalna i osrednja deficijencija magnezija je relativno česta te se povezuje s nastankom kroničnih stresnih stanja i inflamatornih reakcija. Deficijencije magnezija se povezuju i s drugim bolestima, no nije dovoljno dokazano istraživanjima za stvaranje direktne poveznice. Za sportaše se magnezij reklamira kao energetski pojačivač, dodatak za bržu izgradnju mišića i dodatak za smanjenje umora. Zasad nije dovoljno dokazano da uzrokuje bolje iskorištavanje energije ili rast mišića, no postoje dokazi da pomaže u oporavku i smanjivanju umora te sprječavanju grčenja mišića [37]. Najbolji izvori magnezija su sjemenke suncokreta ili sezama, bademi, špinat i grah.

### **3.5.2. Kalcij**

Kalcij se u velikom udjelu, oko 99%, u ljudskom tijelu nalazi u strukturi kostiju, omogućava njihov rast, razvoj i popravke i pridonosi održavanju snage mišića. Deficijencija slobodnog kalcija može uzrokovati katabolizam odnosno razgradnju kostiju kako bi zadovoljili potrebe za kalcijem u ostatku tijela, što naposljetku dovodi do osteoporoze, poremećaja redukcije mineralnog sastava i smanjene gustoće kostiju. Kalcij je također bitan za aktivaciju pojedinih enzima, održavanje membranskih potencijala, pomaže u pretvorbi masti u energiju i olakšava bol

uzrokovanu mišićnom boli [28]. Barry i sur. 2011. proveli su studiju akutnog suplementiranja kalcija biciklistima kako bi utvrdili utjecaj suplemenata na narušavanje homeostaze kalcija uzrokovane vježbanjem. Pronađeno je kako akutno uzimanje kalcija utječe na paratiroidni hormon tako da oslabljuje njegov učinak i tako smanjuje resorpciju kalcija iz kostiju [38]. Najbolji izvori kalcija su mliječni proizvodi, tofu i sjemenke.

### **3.5.3. Željezo**

Uloga željeza u tijelu je kao glavna komponenta hemoglobina, prijenosnika kisika i ugljikovog dioksida u krvi, sudjeluje u sintezi DNA i eritrocita i prijenosu elektrona. Nedostatak željeza zato može rezultirati anemijom koja posljedično negativno utječe na opću kvalitetu života i potom i na sposobnost sportaša da se bavi sportom [39]. Od 5 do 35% željeza unesenog prehranom se apsorbira te se uz pomoć feritina zadržava u organizmu. Sama deficijencija željeza nije štetna, no vodi štetnim stanjima tako što se deficijencijom željeza eritrociti počnu reducirano proizvoditi što u kasnijim stadijima vodi nastajanju anemije. Problem sportaša sa željezom je takav da mnogi ne unose dovoljno putem hrane, a ženske sportašice imaju i problem mjesečnog krvarenja kojim gube još više željeza. Pretpostavlja se da oko 3-11% muških i 15-35% ženskih sportaša pati od nekog stupnja deficijencije željeza [40]. Željezo pomaže i u rekuperaciji nakon aktivnosti, obnavljanju rezervi energije i reduciranju umora [28]. Željezo u obliku hema je dostupno u mesu i ribi, a ne-hemsko željezo je u povrću poput mahuna, žitarica i u nekom voću.

### **3.5.4. Cink**

Cink je dio strukture brojnih proteina i kofaktor brojnim enzimima, sudjeluje u procesu zacjeljivanja, funkciji imunskog sustava, stvaranju hormona i u staničnom disanju [28]. Deficijencije cinka je teško primijetiti jer se rijetko događa u mjerama koje bi uzrokovale teške simptome, a obično uzrokuje umor, popucalu kožu i sporije zacjeljivanje, o čemu ljudi obično ne razmišljaju. Kod sportaša nedostatak cinka jače je izražen jer utječe i na probavu i može uzrokovati prehranbene poremećaje poput anoreksije, drastičnog gubitka težine i kroničnog gubitka energije [41]. Najčešći je u mesu, školjkašima, mahunama i raznim sjemenkama.

#### **4. Zaključak**

Količina nutrijenata i mikronutrijenata koju unosi prosječna osoba u jednome danu je raznovrsna i brojna, toliko da je teško pratiti pojedine brojke i ukoliko su pojedine preporučene dnevne doze ispunjene. Osnova od koje bi svi trebali krenuti je zdrava i uravnotežena prehrana bogata raznovrsnim nutrijentima te je u većini slučajeva ona dovoljna za vođenje normalnog, zdravog života bez posljedica uzrokovanih deficijencijama. Međutim stanje na najvišoj sportskoj razini je takvo da kod sportaša koji svi posvećuju ogroman trud, vrijeme i planiraju sve aspekte života kako bi mogli imati najveću prednost moguću prije nego uopće dospiju na start, i najmanja razlika može biti presudna. Mikronutricija obuhvaća i generalne, dobro istražene spojeve koji se često koriste poput kreatina sve do pojedinačnih vitamina i minerala koji mogu biti korisni u specifičnim situacijama ili kao pokušaj sportaša da poboljša vrijeme na drugačiji način. I najmanje razlike u metabolizmu, ponašanju vlastitog tijela u odnosu na pojedini podražaj puno znače. Mikronutricija je zato i početak i kraj odnosno vrhunac sportašu koji želi najbolje za sebe i planira nešto postići.

## 5. Literatura

[1] Fulgoni VL 3rd, Keast DR, Bailey RL, Dwyer J. Foods, fortificants, and supplements: Where do Americans get their nutrients? *J Nutr*. 2011 Oct;141(10):1847-54. doi: 10.3945/jn.111.142257. Epub 2011 Aug 24. PMID: 21865568; PMCID: PMC3174857.

[2] Amawi A, AlKasasbeh W, Jaradat M, Almasri A, Alobaidi S, Hammad AA, Bishtawi T, Fataftah B, Turk N, Saoud HA, Jarrar A, Ghazzawi H. Athletes' nutritional demands: a narrative review of nutritional requirements. *Front Nutr*. 2024 Jan 18;10:1331854. doi: 10.3389/fnut.2023.1331854. PMID: 38328685; PMCID: PMC10848936.

[3] [https://www.who.int/health-topics/micronutrients#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/micronutrients#tab=tab_1)

[4] Harris RC, Söderlund K, Hultman E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci (Lond)*. 1992 Sep;83(3):367-74. doi: 10.1042/cs0830367. PMID: 1327657.

[5] Cooper R, Naclerio F, Allgrove J, Jimenez A. Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012 Jul 20;9(1):33. doi: 10.1186/1550-2783-9-33. PMID: 22817979; PMCID: PMC3407788.

[6] Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, Candow DG, Kleiner SM, Almada AL, Lopez HL. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017 Jun 13;14:18. doi: 10.1186/s12970-017-0173-z. PMID: 28615996; PMCID: PMC5469049.

[7] Escalante G, Gonzalez AM, St Mart D, Torres M, Echols J, Islas M, Schoenfeld BJ. Analysis of the efficacy, safety, and cost of alternative forms of creatine available for purchase on Amazon.com: are label claims supported by science? *Heliyon.* 2022 Dec 6;8(12):e12113. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e12113. PMID: 36544833; PMCID: PMC9761713.

[8] Kozhuharov VR, Ivanov K, Ivanova S. Dietary Supplements as Source of Unintentional Doping. *Biomed Res Int.* 2022 Apr 22;2022:8387271. doi: 10.1155/2022/8387271. PMID: 35496041; PMCID: PMC9054437.

[9] Antonio J, Candow DG, Forbes SC, Gualano B, Jagim AR, Kreider RB, Rawson ES, Smith-Ryan AE, VanDusseldorp TA, Willoughby DS, Ziegenfuss TN. Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show? *J Int Soc Sports Nutr.* 2021 Feb 8;18(1):13. doi: 10.1186/s12970-021-00412-w. PMID: 33557850; PMCID: PMC7871530.

[10] Wax B, Kerksick CM, Jagim AR, Mayo JJ, Lyons BC, Kreider RB. Creatine for Exercise and Sports Performance, with Recovery Considerations for Healthy Populations. *Nutrients.* 2021 Jun 2;13(6):1915. doi: 10.3390/nu13061915. PMID: 34199588; PMCID: PMC8228369.

[11] <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Carnitine-HealthProfessional/>

[12] Ross, AC, Caballero, BH, Cousins, RJ, Tucker, KL & Ziegler, TR 2012, Modern nutrition in health and disease: Eleventh edition. Wolters Kluwer Health Adis (ESP).

[13] Gnoni A, Longo S, Gnoni GV, Giudetti AM. Carnitine in Human Muscle Bioenergetics: Can Carnitine Supplementation Improve Physical Exercise? *Molecules*. 2020 Jan 1;25(1):182. doi: 10.3390/molecules25010182. PMID: 31906370; PMCID: PMC6982879.

[14] Koozehchian MS, Daneshfar A, Fallah E, Agha-Alinejad H, Samadi M, Kaviani M, Kaveh B M, Jung YP, Sablouei MH, Moradi N, Earnest CP, Chandler TJ, Kreider RB. Effects of nine weeks L-Carnitine supplementation on exercise performance, anaerobic power, and exercise-induced oxidative stress in resistance-trained males. *J Exerc Nutrition Biochem*. 2018 Dec 31;22(4):7-19. doi: 10.20463/jenb.2018.0026. PMID: 30661327; PMCID: PMC6343764.

[15] Vistoli G, Straniero V, Pedretti A, Fumagalli L, Bolchi C, Pallavicini M, Valoti E, Testa B. Predicting the physicochemical profile of diastereoisomeric histidine-containing dipeptides by property space analysis. *Chirality*. 2012 Jul;24(7):566-76. doi: 10.1002/chir.22056. Epub 2012 May 8. PMID: 22566161.

[16] Ghodsi R, Kheirouri S. Carnosine and advanced glycation end products: a systematic review. *Amino Acids*. 2018 Sep;50(9):1177-1186. doi: 10.1007/s00726-018-2592-9. Epub 2018 Jun 1. PMID: 29858687.

[17] Kendrick IP, Kim HJ, Harris RC, Kim CK, Dang VH, Lam TQ, Bui TT, Wise JA. The effect of 4 weeks beta-alanine supplementation and isokinetic training on carnosine concentrations in type I and II human skeletal muscle fibres. *Eur J Appl Physiol*. 2009 May;106(1):131-8. doi: 10.1007/s00421-009-0998-5. Epub 2009 Feb 12. PMID: 19214556.

[18] Jukić I, Kolobarić N, Stupin A, Matić A, Kozina N, Mihaljević Z, Mihalj M, Šušnjara P, Stupin M, Ćurić ŽB, Selthofer-Relatić K, Kibel A, Lukinac A, Kolar L, Kralik G, Kralik Z, Széchenyi A, Jozanović M, Galović O,

Medvidović-Kosanović M, Drenjančević I. Carnosine, Small but Mighty- Prospect of Use as Functional Ingredient for Functional Food Formulation. *Antioxidants (Basel)*. 2021 Jun 28;10(7):1037. doi:

10.3390/antiox10071037. PMID: 34203479; PMCID: PMC8300828.

[19] Nagai K, Niijima A, Yamano T, Otani H, Okumra N, Tsuruoka N, Nakai M, Kiso Y. Possible role of L-carnosine in the regulation of blood glucose through controlling autonomic nerves. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2003 Nov;228(10):1138-45. doi: 10.1177/153537020322801007. PMID: 14610252.

[20] Cahill-Smith S, Li JM. Oxidative stress, redox signalling and endothelial dysfunction in ageing-related neurodegenerative diseases: a role of NADPH oxidase 2. *Br J Clin Pharmacol*. 2014 Sep;78(3):441-53. doi: 10.1111/bcp.12357. PMID: 25279404; PMCID: PMC4243896.

[21] Hipkiss AR, Gaunitz F. Inhibition of tumour cell growth by carnosine: some possible mechanisms. *Amino Acids*. 2014 Feb;46(2):327-37. doi: 10.1007/s00726-013-1627-5. Epub 2013 Dec 1. PMID: 24292217.

[22] Lanska DJ. Chapter 29: historical aspects of the major neurological vitamin deficiency disorders: overview and fat-soluble vitamin A. *Handb Clin Neurol*. 2010;95:435-44. doi: 10.1016/S0072-9752(08)02129-5. PMID: 19892132.

[23] Maxfield L, Daley SF, Crane JS. Vitamin C Deficiency. [Updated 2023 Nov 12]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493187/>

[24] Redzic S, Hashmi MF, Gupta V. Niacin Deficiency. [Updated 2023 Jul 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557728/>

[25] Yeum KJ, Song BC, Joo NS. Impact of Geographic Location on Vitamin D Status and Bone Mineral Density. *Int J Environ Res Public Health*. 2016 Feb 2;13(2):184. doi: 10.3390/ijerph13020184. PMID: 26848670; PMCID: PMC4772204.

[26] Niklewicz A, Smith AD, Smith A, Holzer A, Klein A, McCaddon A, Molloy AM, Wolffenbuttel BHR, Nexo E, McNulty H, Refsum H, Gueant JL, Dib MJ, Ward M, Murphy M, Green R, Ahmadi KR, Hannibal L, Warren MJ, Owen PJ; CluB-12. The importance of vitamin B12 for individuals choosing plant-based diets. *Eur J Nutr*. 2023 Apr;62(3):1551-1559. doi: 10.1007/s00394-022-03025-4. Epub 2022 Dec 5. PMID: 36469110; PMCID: PMC10030528.

[27] Huang Z, Liu Y, Qi G, Brand D, Zheng SG. Role of Vitamin A in the Immune System. *J Clin Med*. 2018 Sep 6;7(9):258. doi: 10.3390/jcm7090258. PMID: 30200565; PMCID: PMC6162863.

[28] Ghazzawi HA, Hussain MA, Raziq KM, Alsendi KK, Alaamer RO, Jaradat M, Alobaidi S, Al Aqili R, Trabelsi K, Jahrami H. Exploring the Relationship between Micronutrients and Athletic Performance: A Comprehensive Scientific Systematic Review of the Literature in Sports Medicine. *Sports (Basel)*. 2023 May 24;11(6):109. doi: 10.3390/sports11060109. PMID: 37368559; PMCID: PMC10302780.

[29] Pregnolato P, Maranesi M, Marchetti M, Barzanti V, Bergami R, Tolomelli B. Interaction among dietary vitamin B6, proteins and lipids: effects on liver lipids in rats. *Int J Vitam Nutr Res*. 1994;64(4):263-9. PMID: 7883463.

[30] Manore MM. Vitamin B6 and exercise. *Int J Sport Nutr*. 1994 Jun;4(2):89-103. doi: 10.1123/ijasn.4.2.89. PMID: 8054964.

[31] Miodownik C, Lerner V, Vishne T, Sela BA, Levine J. High-dose vitamin B6 decreases homocysteine serum levels in patients with schizophrenia and schizoaffective disorders: a preliminary study. *Clin*



Neuropharmacol. 2007 Jan-Feb;30(1):13-7. doi:  
10.1097/01.WNF.0000236770.38903.AF. PMID: 17272965.

[32] <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/>

[33] Sirajudeen S, Shah I, Al Menhali A. A Narrative Role of Vitamin D and Its Receptor: With Current Evidence on the Gastric Tissues. *Int J Mol Sci.* 2019 Aug 5;20(15):3832. doi: 10.3390/ijms20153832. PMID: 31387330; PMCID: PMC6695859.

[34] Engin KN. Alpha-tocopherol: looking beyond an antioxidant. *Mol Vis.* 2009;15:855-60. Epub 2009 Apr 23. PMID: 19390643; PMCID: PMC2672149.

[35] McFarlin BK, Henning AL, Venable AS. Oral Consumption of Vitamin K2 for 8 Weeks Associated With Increased Maximal Cardiac Output During Exercise. *Altern Ther Health Med.* 2017 Jul;23(4):26-32. PMID: 28646812.

[36] Ziegler P, Sharp R, Hughes V, Evans W, Khoo CS. Nutritional status of teenage female competitive figure skaters. *J Am Diet Assoc.* 2002 Mar;102(3):374-9. doi: 10.1016/s0002-8223(02)90086-6. PMID: 11902370.

[37] Volpe SL. Magnesium and the Athlete. *Curr Sports Med Rep.* 2015 Jul-Aug;14(4):279-83. doi: 10.1249/JSR.0000000000000178. PMID: 26166051.

[38] Barry DW, Hansen KC, van Pelt RE, Witten M, Wolfe P, Kohrt WM. Acute calcium ingestion attenuates exercise-induced disruption of calcium homeostasis. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Apr;43(4):617-23. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181f79fa8. PMID: 20798655; PMCID: PMC3145631.

[39] Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci.* 2014 Feb;19(2):164-74. PMID: 24778671; PMCID: PMC3999603.

[40] Sims ST, Mackay K, Leabeater A, Clarke A, Schofield K, Driller M. High Prevalence of Iron Deficiency Exhibited in Internationally Competitive, Non-Professional Female Endurance Athletes-A Case Study. Int J Environ Res Public Health. 2022 Dec 10;19(24):16606. doi: 10.3390/ijerph192416606. PMID: 36554486; PMCID: PMC9778947.

[41] Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. Sports Med. 2001;31(8):577-82. doi: 10.2165/00007256-200131080-00002. PMID: 11475319.

## 6. Životopis

### **Osobne informacije**

Ime i prezime: Dario Stipanić

Datum rođenja: 10.03.2003.

e-mail: [stipanic.dario@gmail.com](mailto:stipanic.dario@gmail.com)

### **Obrazovanje**

2017. - 2021. Prva sušačka hrvatska gimnazija, Rijeka

2021. - danas Preddiplomski studij "Biotehnologija i istraživanje lijekova

### **Jezične vještine**

Materinji jezik: hrvatski

Engleski: Slušanje C2, Pisanje C2, Čitanje C2, Govorna produkcija C2, Govorna interakcija C2

## **Digitalne vještine**

Vješto korištenje paketa MS Office

Pretraživanje znanstvenih baza podataka

Rad s programima VMD, PyMOL, Avogadro

## **Vozačka dozvola**

B kategorija

## **Radno iskustvo**

Stručna praksa u Nastavnom zavodu za javno zdravstvo na Odjelu za mikrobiologiju

Studentski poslovi (kuhar, skladištar i vozač)

## **EUROPASS**

<https://europa.eu/europass/eportfolio/api/eprofile/shared-profile/dario-stipani%C4%87/446918fe-f579-4c55-be89-51b9b5fee771?view=html>