

# Prehrana sportaša

---

**Grgurović, Donat**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:662781>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Donat Grgurović**

**Prehrana sportaša**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2014.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc.dr.sc. Jasne Pucarincvetković i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2013./2014.

## POPIS KRATICA

ATP	adenozin-trifosfat
DRI	<i>Dietary Reference Intake</i> (dnevni preporučeni unos)
PA	<i>Physical activity</i> (tjelesna aktivnost)
TT	tjelesna težina
WADA	<i>World Anti Doping Agency</i> (Svjetska antidoping agencija)

## SADRŽAJ

1. Sažetak.....	I
2. Summary.....	II
3. Uvod.....	1
4. Uloga i značaj prehrambenih i zaštitnih tvari u prehrani sportaša.....	3
4.1. Bjelančevine.....	3
4.2. Ugljikohidrati.....	7
4.3. Masti.....	8
4.4. Zaštitne tvari.....	9
4.4.1. Vitamini.....	9
4.4.2. Minerali.....	10
4.4.3. Antioksidansi.....	11
5. Mišićni rad i proizvodnja energije.....	12
6. Dnevne energetske potrebe.....	14
7. Prehrana sportaša.....	16
8. Prehrana za vrijeme trenažnog procesa.....	20
8.1. Unos nutrijenata prije treninga.....	20
8.2. Unos nutrijenata za vrijeme treninga.....	21
8.3. Unos nutrijenata nakon treninga.....	21
8.4. Hidracija.....	22
9. Dodaci prehrani.....	25
10. Zaključak.....	28
11. Zahvala.....	29
12. Literatura.....	30
13. Životopis.....	35

## 1. Sažetak

Prehrana sportaša

Donat Grgurović

Prehrana sportaša značajna je za postizanje što boljih sportskih rezultata. Naglasak je u prehrani sportaša stavljen na pažljivo planiranje vrste, kvalitete te omjera hranjivih i zaštitnih tvari. Visok udio ugljikohidrata, te primjeren udio masti i bjelančevina temelj su prehrane sportaša. Mikronutrijenti, odnosno vitamini i minerali, moraju biti pažljivo balansirani iz zdravstvenih razloga, ali i zbog adekvatne sportske izvedbe. U slučaju manjka pojedinog mikronutrijenta nužna je njegova suplementacija.

Prioritet prehrane sportaša zadovoljavanje je energetske potrebe organizma. Preporučeni dnevni unos energije varira od osobe do osobe i ovisi o spolu, dobi, visini, masi i tjelesnoj aktivnosti tijekom dana. Odabir kvalitetnih hranjivih tvari mora početi već prilikom bavljenja sportom u dječjoj dobi kako bi se osigurao ispravan rast i razvoj organizma. Omjer unešenih hranjivih tvari razlikuje se ovisno o vrsti sporta kojom se sportaš bavi, ovisno je li riječ o sportovima u kojima je ključna izdržljivost ili mišićna snaga. Unos hrane prije treninga dokazano poboljšava sposobnost obavljanja treninga. Tijekom treninga ključna je nadoknada vode i elektrolita, što se postiže obilnom hidracijom te sportskim pićima sa 6-8% ugljikohidrata. Nakon treninga sportaši moraju nadoknaditi potrošene glikogenske rezerve, za što je potreban obrok bogat ugljikohidratima, ali i bjelančevinama ako se želi postići anabolički učinak na mišiće.

Optimalna hidracija važan je čimbenik uspjeha na sportskim natjecanjima. Dehidracijom se smatra deficit tekućine u iznosu od 2-3% tjelesne mase. Dehidracija kompromitira izvođenje aerobnih vježbi i povećava rizik od potencijalno smrtonosnih toplinskih stanja poput toplinskog udara.

Ključne riječi: sportaši, prehrana, hidracija

## **2. Summary**

Nutrition of Athletes

Donat Grgurović

Nutrition of athletes is important in achieving the best results possible. Emphasis in an athlete's diet is placed on carefully planned type, quality and ratio of nutrients. A high proportion of carbohydrate, moderate amounts of fat and low protein intake are the foundation in the nutrition of athletes. Micronutrients, vitamins and minerals, need to be carefully balanced for health reasons, but also because of adequate sports performance. In case of shortage of individual micronutrients their supplementation is necessary.

Satisfying the energy needs of an organism is the priority in athletic nutrition. Recommended daily energy intake varies individually and it depends on gender, age, height, weight and physical activity throughout the day. Selection of high quality nutrients must begin as early as during childhood in order to ensure proper growth and development of the organism. Ratio of entered nutrients varies depending on the type of sport that the athlete does, whether it is a sport in which the key is endurance or muscular strength. Food intake before training is proven to enhance the ability to perform training. During the training intake of water and electrolytes is crucial, which is achieved with abundant hydration and sports drinks which contain 6-8% carbohydrate. After training athletes have to compensate consumed glycogen reserves, which requires a meal rich in carbohydrates, but if there is a need to achieve anabolic effect on muscles, meal must also be rich in protein.

Optimal hydration is an important factor of success in sports competition. Dehydration is considered to be a loss of liquid in the amount of 2-3% of body weight. Dehydration compromises the performance during aerobic exercise and increases the risk of potentially fatal heat conditions such as heat stroke.

Key words: athletes, nutrition, hydration

### 3. Uvod

Prehrana sportaša jedan je od najvažnijih aspekata kako treninga, tako i uspjeha na samim sportskim natjecanjima. Vrlo često naglasak je stavljen samo na atletsku komponentu treninga, dok se neopravdano zanemaruje čimbenik prehrane. Optimalna prehrana potrebna je za postizanje vrhunskih izvedbi sportaša. Smjernice za prehranu sportaša temeljene su na znanstvenim dokazima. Te smjernice variraju obzirom na energetske potrebe, metabolizam i zdravstveno stanje.

Ljudskom tijelu potreban je konstantan unos energije i hranjivih tvari za obavljanje kompleksnih funkcija koje ima, a pri tjelesnim naporima potrebe za energijom se povećavaju. Dnevne preporuke unosa energije za muškarce u prosjeku iznose 2700 kcal, a za žene 2100 kcal, prilikom umjerene tjelesne aktivnosti (McGuire 2011). Aktivnim bavljenjem sportom, dnevne potrebe za energijom višestruko rastu.

Dva su energetska sustava važna za opskrbu tijela energijom: anaerobni i aerobni. Koji će energetska sustava prevladati u opskrbi tijela ovisi o trajanju i intenzitetu treninga, tjelesnoj kondiciji te hrani koja je konzumirana prije samog treninga.

Aдекватna hrana i piće trebali bi biti konzumirani prije, za vrijeme i nakon samog treninga kako bi pomogli očuvati konstantnu razinu glukoze u krvi tijekom vježbe, omogućiti maksimalni efekt treninga, te ubrzati vrijeme oporavka. Potrebe za energijom i hranjivim tvarima, posebno ugljikohidratima i proteinima, moraju se ostvariti kako bi se održala tjelesna težina, nadopunile zalihe glikogena i osigurala dovoljna zaliha proteina za izgradnju i oporavak mišićnih stanica. Također, velika je greška misliti kako smanjenim unosom masti prehrana postaje pravilnija. Unos masti mora biti dostatan kako bi spriječio gubitak tjelesne i mišićne mase te omogućio apsorpciju vitamina topljivih u mastima (Rodriguez et al. 2009).

Tjelesne tekućine i elektrolitni sastav nalaze se u neskladu tijekom i nakon tjelesne aktivnosti, stoga je obilna hidracija od iznimne važnosti za sportaše. Ponekad, tijekom iznimno napornih treninga nije dovoljna samo konzumacija vode, već su nužna energetska i izotonična sportska pića bogata ugljikohidratima i elektrolitima. Ona pomažu održati konstantnu razinu glukoze u



krvi, daju brzu energetska zalihu mišićima te smanjuju rizik od dehidracije i hiponatrijemije (Rodriguez et al. 2009).

Posebna pozornost tijekom planiranja prehrane sportaša mora se usmjeriti prema specifičnim skupinama, kao što su žene (naročito trudnice) i vegetarijanci. Sportašice su zbog nedovoljnog unosa bjelančevina, velikih napora i fiziološkog gubitka krvi tijekom menstrualnog ciklusa sklonije razvoju sideropenične anemije (Rodriguez et al. 2009). S druge strane, sportaši vegetarijanci imaju povećan rizik od nastanka hipokalcijemije, hipovitaminemije (naročito vitamini D, B<sub>2</sub> i B<sub>12</sub>) te manjka željeza i cinka kao posljedica svog specifičnog načina prehrane.

Nadomjesci prehrani dodatan su način nadoknade hranjivih tvari. Ukoliko je unos energije raznolik i dovoljan za ispunjenje dnevnih potreba organizma, dodatan unos nadomjestaka i suplemenata nije potreban (Rodriguez et al. 2009).

## 4. Uloga i značaj prehrambenih i zaštitnih tvari u prehrani sportaša

### 4.1. Bjelančevine

Bjelančevine čine oko tri četvrtine suhe tvari u tijelu. One mogu biti strukturne bjelančevine (kolagen), kontraktilne bjelančevine (aktin, miozin), enzime probavnog sustava, hormone (inzulin, glukagon), transportne molekule (hemoglobin) te imunoproteine (antitijela).

Osnovna građevna jedinica bjelančevina su aminokiseline povezane peptidnim vezama. Slijed aminokiselina određuje funkciju proteina, a taj slijed određuje informacija pohranjena u DNA jezgre stanice (Šatalić 2011). U prirodi postoji oko 500 aminokiselina, no samo njih 20 pojavljuje se u bjelančevinama hrane i bjelančevinama ljudskog tijela. Sve aminokiseline imaju dvije zajedničke značajke: svaka ima kiselinsku skupinu (-COOH) i amino-skupinu (-NH<sub>2</sub>). 20 aminokiselina važnih za čovjeka dijele se u tri skupine: esencijalne aminokiseline, uvjetno esencijalne i neesencijalne.

Esencijalne aminokiseline su one koje organizam ne može sam sintetizirati ili ih ne može sintetizirati u količini dovoljnoj za ispunjavanje svojih potreba. Te se aminokiseline stoga moraju unositi hranom. To su: treonin, lizin, metionin, valin, fenilalanin, leucin, triptofan, izoleucin i histidin (Guyton & Hall 2006).

Tablica 1. Namirnice s visokim udjelom esencijalnih aminokiselina

ESENCIJALNA AMINOKISELINA	HRANA SA VISOKIM UDJELOM
treonin	zrnati sir, perad, riba, meso, leća, grah, sezam
lizin	som, govedina, piletina, leća
metionin	jaja, sezam, sir
valin	meso, mliječni proizvodi, soja, grah, povrće
fenilalanin	soja, jaja, majčino mlijeko
leucin	soja, govedina, kikiriki, riba, žitarice
triptofan	jaja, bakalar, parmezan, sezam
izoleucin	jaja, soja, perad, janjetina, sir, riba
histidin	divljač, svinjetina

Uvjetno esencijalne aminokiseline su one koje postaju esencijalne uslijed manjka njihovog prekursora, tj. esencijalnih aminokiselina ili kad sinteza ne zadovoljava potrebe. To su: tirozin (nastaje iz fenilalanina), cistein (nastaje iz metionina), glutamin, arginin, glicin i prolin (Štalić 2011). Sve ostale aminokiseline organizam može sam proizvesti te se smatraju neesencijalnim.

Probava bjelančevina započinje u želudcu. Želučani enzim koji razgrađuje bjelančevine unesene hranom je pepsin. On probavlja kolagen, bjelančevinu koja je glavni sastojak međustaničnog vezivnog tkiva u mesu. Pepsin samo započinje proces razgradnje bjelančevina, dovršavajući obično 10-20% njihove ukupne probave.

Glavnina probave bjelančevina zbiva se u gornjem dijelu tankog crijeva djelovanjem proteolitičkih enzima koje luči gušterača. Gušteračini enzimi razlažu bjelančevine do razine dipeptida i tripeptida i time ih pripremaju za zadnji stadij probave.

Posljednji stadij probave bjelančevina odvija se u enterocitima, stanicama koje oblažu resice tankog crijeva. U membranama tih stanica nalaze se enzimi peptidaze. Peptidaze cijepaju peptide nastale u prethodnim stadijima probave sve do aminokiselina. Aminokiseline tada kroz enterocite prelaze u krv (Guyton & Hall 2006).

Proteini mišića su u ravnoteži s cirkulirajućim aminokiselinama i svakodnevno se jednaka količina bjelančevina sintetizira odnosno razgradi. Postoje i stanja u kojima ravnoteža bjelančevina, odnosno dušika u tijelu može biti i različita od nule.

Negativna ravnoteža dušika u organizmu javlja se tijekom infekcije ili traume jer su gubici tada visoki.

Pozitivna ravnoteža dušika nalazi se kod trudnica, djece, adolescenata tijekom perioda intenzivnog rasta i kod početnika u vježbanju s utezima (Štalić 2011).

Kvaliteta bjelančevina u određenoj namirnici procjenjuje se na temelju usporedbe njenog aminokiselinskog sastava u odnosu na potrebe djeteta u dobi od 2-5 godina (Štalić 2011). Probavljivost bjelančevina iz hrane životinjskog podrijetla veća je za 10-30% u odnosu na hranu biljnog podrijetla zbog bolje dostupnosti probavnim enzimima. Smatra se da proteini životinjskog podrijetla (jaja, mliječni proizvodi, riba i meso) osiguravaju sve esencijalne aminokiseline u količini koja odgovara dnevnim potrebama organizma. Za razliku od proteina životinjskog podrijetla, biljni proteini ne osiguravaju sve potrebne aminokiseline, te je stoga nužno kombiniranje biljnih proteina kako bi se osigurao dovoljan unos esencijalnih

aminokiselina. Kombiniranje biljnih proteina nije nužno zadovoljiti prilikom svakog obroka već tijekom jednog dana, naročito kod sportaša vegetarijanaca (Štalić 2011). Postoje dva biljna proteina koji osiguravaju sve aminokiseline u količini koja je potrebna odraslom čovjeku. To su proteini soje (Young 1991) i kvinoje (Ruales & Nair 1992).

Preporučeni dnevni unos bjelančevina hranom iznosi 1,2 g/kg tjelesne mase, odnosno 10-15% cjelodnevnog unosa energije (Elango et al. 2010). U slučaju želje za povećanjem mišićne mase, dnevni unos energije mora se povećati za 15%, te time preporučeni dnevni unos bjelančevina raste na 1,4-1,7 g/kg tjelesne mase (Burke & Deakin 2010). Poželjno je bjelančevine hranom osigurati unutar jednog sata nakon treninga kako bi se osigurala maksimalna apsorpcija.

Različiti su unos proteina prilikom treninga snage i treninga izdržljivosti.

Za vrijeme treninga izdržljivosti energiju prvenstveno osiguravaju masti i ugljikohidrati dok bjelančevine prilikom izvođenja takvih vježbi osiguravaju samo 2-6% energije. U slučaju niskog unosa energije i ugljikohidrata ili tijekom dugotrajne tjelesne aktivnosti organizam počinje trošiti vlastite proteine za dobivanje energije, stoga je nužno osigurati dovoljan unos proteina hranom (1,2-1,4 g/kg TT). Skupine sportaša kod kojih se češće uočava nedovoljan unos energije i proteina su trkačice, hrvачi, gimnastičari i gimnastičarke te plesačice (Štalić 2011). Vježbe izdržljivosti važno je zato započeti sa potpunim rezervama glikogena jer se time sprječava razgradnja proteina u skeletnim mišićima (Howarth et al. 2010).

Prilikom treninga snage organizam se nalazi u stanju fiziološkog stresa te kao adaptaciju ostvaruje povećanje mišićne mase. Kako bi se omogućio adekvatan mišićni rast, preporučeni dnevni unos bjelančevina je povećan i iznosi 1,2-1,7 g/kg TT (Štalić 2011). U rasponu od 24 do 48 sati nakon vježbi snage povećana je sinteza proteina. Također, zbog velikih napora povećana je i razgradnja skeletnih proteina, no ta se dva procesa nalaze u ravnoteži. Pozitivno je i što se razgradnja vraća na bazalnu razinu ranije nego sinteza. Nakon treninga snage iznimno je važno osigurati nadoknadu hranjivih tvari. Kombinacija bjelančevina i ugljikohidrata osigurati će aminokiseline nužne za sintezu skeletnih proteina, dok će ugljikohidratna komponenta obroka usporiti, a u nekim slučajevima i potpuno spriječiti razgradnju skeletnih proteina (Roy & Tarnopolsky 1998). Od tjelesnih hormona važnu ulogu ima inzulin koji u mirovanju potiče sintezu proteina, a nakon treninga sprječava razgradnju.

Maksimalna sinteza bjelančevina nakon vježbi snage osigurana je unosom 20 g potpunih proteina, oko 9 g esencijalnih aminokiselina. Većim unosima neće se postići dodatni rezultati već se suvišak proteina skladišti kao dodatni izvor energije (Beelen et al. 2010). Dnevni unos proteina viši od 2g/kg TT dovest će do mogućih negativnih posljedica. Potencijalne negativne posljedice su povećan gubitak kalcija urinom, negativan učinak na renalnu funkciju i dehidracija.

Povećan unos kalcija urinom dovest će do praznjenja tjelesnih rezervi kalcija što povećava rizik od osteoporoze. Visok unos proteina neće dovesti do hipokalcijemije ako se prehranom osigura omjer kalcija (mg): proteina(mg) > 20:1 (Hunt et al. 2009).

Smatralo se kako previsok unos bjelančevina može negativno utjecati na renalnu funkciju no to će se vrlo rijetko dogoditi kod sportaša sa urednom funkcijom mokraćnog sustava. Tek kada dnevni unos bjelančevina prijeđe 2,8g/kg TT može doći do poremećenog rada bubrega kod utreniranih sportaša (Poortmans & Dellalieux 2000).

Prilikom previsokog unosa bjelančevina jetra neće biti u stanju sve razgraditi te će doći do povećane koncentracije otpadnih produkata proteina, kao što su amonijak i urea. Povećana koncentracija uree u krvi šalje bubregu signal za njenim izbacivanjem. Ekskrecijom uree dolazi do povećanog utroška vode. Dehidracija je vrlo opasan nusprodukt previsokog unosa proteina.

## 4.2. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su velike molekule građene od ugljika, kisika i vodika. Po sastavu dijele se na jednostavne ugljikohidrate (monosaharide i disaharide), i složene molekule (polisaharide). U ljudskoj prehrani postoje samo tri važnija izvora ugljikohidrata. To su disaharid saharoza, poznat kao obični šećer, zatim laktoza, disaharid iz mlijeka te različite vrste škroba. Škrob je veliki polisaharid koji se nalazi u svim vrstama biljne hrane, pogotovo u krumpiru i žitaricama.

Probava ugljikohidrata započinje već tijekom žvakanja hrane. U slini se nalazi enzim ptijalin koji razgrađuje škrob na male polimere glukoze. Međutim, kako hrana u ustima ostaje vrlo kratko vrijeme, ovim putem ne razgradi se više od 5% ukupno pojedenog škroba. Probava škroba nastavlja se u želudcu, gdje se razgradi daljnjih 30-40%. Prolaskom želudca hrana završava u tankom crijevu gdje se luče velike količine gušteračnih enzima. Jedan od njih,  $\alpha$ -amilaza, vrlo brzo i efikasno razgrađuje ugljikohidrate tako da se sav preostali škrob u potpunosti razgradi do disaharida maltoze i malih polimera glukoze. Posljednji korak probave ugljikohidrata odvija se u tankom crijevu, gdje ih probavni enzimi razlažu sve do osnovnih građevnih jedinica. Laktoza se ovdje razlaže na glukozu i galaktozu, saharoza na glukozu i fruktozu, a maltoza na molekule glukoze. Svi proizvodi probave ugljikohidrata tim putem postaju monosaharidi koji su topljivi u vodi te se odmah apsorbiraju u cirkulaciju.

U ljudskoj prehrani glukozu čini više od 80% konačnih proizvoda razgradnje ugljikohidrata, dok fruktoza i galaktoza svaka daju po 10%. Apsorpcijom u krv će se fruktoza i galaktoza enzimskim reakcijama pretvoriti u glukozu te time glukozu postaje konačan oblik u kojem se ugljikohidrati prenose do svih stanica u tijelu. Višak ugljikohidrata skladišti se u mišićima i jetri u obliku glikogena i služi kao izvor energije (Guyton & Hall 2006).

Dnevne preporuke unosa ugljikohidrata za sportaše iznose 6-10 g/kg TT. Količina varira ovisno o intenzitetu treninga, vrsti aktivnosti, spolu i uvjetima okoline (Rodriguez et al. 2009).

### 4.3. Masti

Masti, tj. lipidi čine važan udio zdrave prehrane. Kemijski spojevi koji se ubrajaju u masti su trigliceridi, fosfolipidi i kolesterol. Osnovni dio fosfolipida i triglicerida su masne kiseline, a to su jednostavne dugolančane ugljikovodične organske kiseline. U ljudskom organizmu masti služe kao izvor energije za brojne metaboličke procese. Dio lipida iskorištava se za izgradnju staničnih membrana te kao podloga za apsorpciju vitamina A, D, E i K.

Kao izvor energije organizmu služe trigliceridi. U trigliceridima ljudskog tijela prisutne su dvije zasićene masne kiseline, stearinska i palmitinska, te oleinska kiselina, koja je nezasićena. Gotovo sve masne kiseline iz hrane apsorbiraju se u tankom crijevu. Probavljene masti skladište se u masnom tkivu i jetri te služe kao energetska rezerva dok ne zatrebaju drugdje u tijelu (Guyton & Hall 2006).

Preporučeni dnevni unos masti iznosi 20-35% ukupnog dnevnog unosa energije (Trumbo et al. 2005). U jednakoj mjeri (oko 10%) trebalo bi unositi zasićene, višestruko zasićene i jednostruko zasićene masne kiseline.

Tablica 2. Namirnice s visokim udjelom različitih masnih kiselina

MASNE KISELINE	HRANA SA VISOKIM UDJELOM
zasićene masne kiseline	sir, punomasno mlijeko, vrhnje, maslac, sladoled, kokosovo ulje
višestruko nezasićene masne kiseline	orasi, sjemenke suncokreta i sezama, kikiriki
jednostruko nezasićene masne kiseline	crveno meso, orasi, masline, avokado, masline, maslinovo ulje

#### 4.4. Zaštitne tvari

U zaštitne tvari ubrajaju se vitamini, minerali i antioksidansi. Ove tvari imaju važnu ulogu u proizvodnji energije, sintezi hemoglobina, održavanju koštane i imunološke funkcije te u obrani organizma od oksidativnog stresa. Mikronutrijenti pomažu u sintezi i oporavku mišićnog tkiva nakon treninga. Dugotrajni trening dovodi do biokemijske adaptacije mišića i time povećava potrebe za vitaminima i mineralima. Svakodnevno vježbanje uzrokuje i gubitak mikronutrijenata znojem. Kao posljedica povećane potrebe i gubitka, sportašima se savjetuje dodatan unos vitamina i minerala (Rodriguez et al. 2009).

##### 4.4.1. Vitamini

**Skupinu vitamina B** kompleksa čine tiamin, riboflavin, niacin, vitamin B<sub>6</sub>, pantotenska kiselina, biotin, folati i vitamin B<sub>12</sub>. Vitamini B kompleksa važni su za proizvodnju energije te izgradnju i oporavak mišićnog tkiva (Woolf & Manore 2006). Vitamini B<sub>1-3</sub>, B<sub>5-7</sub> sudjeluju u metaboličkim putevima dobivanja energije tijekom treninga. Folna kiselina i vitamin B<sub>12</sub> potrebni su za proizvodnju eritrocita, sintezu proteina, oporavak tkiva i funkcioniranje središnjeg živčanog sustava. Sportašice, prvenstveno vegetarijanke, znaju imati deficit riboflavina (B<sub>2</sub>), piridoksina (B<sub>6</sub>), folne kiseline i vitamina B<sub>12</sub> (Woolf & Manore 2006). Izražen manjak folne kiseline i vitamina B<sub>12</sub> može rezultirati nastankom megaloblastične anemije i znatno smanjiti sposobnost sportašice za kvalitetan trening.

**Vitamin D** potreban je za apsorpciju kalcija u probavnom sustavu, regulaciju koncentracije kalcija i fosfora u krvi i održavanju kvalitetne koštane strukture. Vitamin D također regulira razvoj i homeostazu živčanog i mišićnog sustava (Nakagawa 2006). Sportaši koji žive na sjevernim geografskim širinama te oni koji kroz godinu treniraju u zatvorenom prostoru, npr. gimnastičari, pod većim su rizikom nastanka deficita vitamina D.



#### 4.4.2. Minerali

**Kalcij** je nužan za rast, održavanje i popravljavanje kostiju, regulaciju mišićne kontrakcije, provođenje živčanih impulsa i uredno zgrušavanje krvi. Nedovoljan dnevni unos kalcija i vitamina D smanjuje mineralnu gustoću kostiju i time povećava rizik nastanka stres fraktura. Sportašice često imaju nižu razinu kalcija zbog manjeg energetskeg unosa, izbjegavanja mliječnih proizvoda i hrane bogate kalcijem te menstrualne disfunkcije (Rodriguez et al. 2009).

**Željezo** sudjeluje u formiranju proteina koji prenose kisik, hemoglobina i mioglobina. Adekvatna sposobnost prenošenja kisika nužna je prilikom treninga izdržljivosti, ali i za normalnu funkciju živčanog i imunološkog sustava. Potrebe za željezom kod treninga izdržljivosti povećavaju se čak za 70% (Trumbo et al. 2001). Sportaši, posebno vegetarijanci i dobrovoljni davatelji krvi, morali bi zato unositi dnevno veću količinu željeza od preporučenih količina (18 mg za muškarce, 8 mg za žene). Manjak željeza prisutan je kod sportašica, naročito zbog menstrualnog krvarenja. Drugi razlozi nedovoljnog unosa željeza u organizam su nedovoljan unos energije, vegetarijanska prehrana, period brzog rasta, trening na visokim nadmorskim visinama, povećan gubitak znojem, stolicom i urinom. Nedostatak željeza, čak i u manjim koncentracijama potrebnim za nastanak anemije, djeluje negativno na funkciju mišića i sposobnost izvođenja treninga. Kod nekih sportaša može se javiti prolazno smanjenje serumskog feritina i hemoglobina na početku priprema kao posljedica hemodilucije. Ovakav porast volumena plazme naziva se sportskom anemijom i ne reagira na povećanje unosa željeza. Smatra se da je sportska anemija pozitivna adaptacija na aerobni trening (Volpe 2006).

**Cink** je važan za rast, izgradnju i oporavak mišića, proizvodnju energije i imunološki status. Prehrana siromašna bjelančevinama životinjskog podrijetla, a bogata vlaknima, kao što je vegetarijanska ishrana, rezultirat će smanjenim unosom cinka u organizam (Volpe 2006). Manjak cinka povezan je s lošijom kardiovaskularnom funkcijom, manjom mišićnom snagom i izdržljivošću. Preporučeni dnevni unos cinka iznosi 40 mg (Trumbo et al. 2001).

**Magnezij** ima ulogu u staničnom metabolizmu, regulaciji stabilnosti membrane te u živčanom, mišićno-koštanom, kardiovaskularnom i imunološkom sustavu. Magnezij se danas smatra limitirajućim čimbenikom sportske izvedbe (Štalić 2011). Sportaši koji su često prisiljeni mršaviti, kao hrvači, baletani i gimnastičari, ne unose dovoljnu količinu magnezija kroz dan.

**Natrij** je elektrolit od iznimne važnosti, naročito kod sportaša koji se obilno znoje. Mnogi sportaši će zato nakon treninga izdržljivosti zahtijevati znatno veći unos natrija od preporučene dnevne količine (2,3 g). U slučaju da trening traje duže od sat vremena, potiče se konzumiranje sportskih pića bogatih ugljikohidratima i natrijem, kako bi nadoknada bila brza i adekvatna.

**Kalij** je elektrolit bitan za stabilizaciju stanične membrane i prijenos impulsa živčanim sustavom. Prilikom intenzivnog treninga pada koncentracija kalija, iako ne u tolikoj mjeri kao natrija. Prehrana bogata svježim povrćem, voćem, orašastim plodovima, mliječnim proizvodima, mesom i žitaricama omogućit će održavanje normalne koncentracije kalija kod sportaša (Burke & Deakin 2006).

#### **4.4.3. Antioksidansi**

Vitamini C i E,  $\beta$ -karoten i selen spadaju u skupinu antioksidansa. Antioksidansi štite staničnu membranu od oksidativnog stresa. Svakodnevni trening povećava potrošnju kisika 10-15 puta te se smatra da on uzrokuje konstantan oksidativni stres na membrane mišića čime dovodi do lipidne peroksidacije membrane. Prilagodbom tijela na ovaj fiziološki stres povećat će se aktivnost endogenog antioksidativnog sustava i spriječiti propadanje lipidnih membrana. Utrenirani sportaši tako će imati razvijeniji antioksidativni sustav od ljudi sa sjedilačkim načinom života. (Watson et al. 2005).

## 5. Mišićni rad i proizvodnja energije

Potrošnja energije mora biti jednaka unosu kako bi se očuvala energetska ravnoteža. Energetski putevi koji se koriste tijekom tjelesne aktivnosti su anaerobni (fosfageni sustav i glikoliza) i aerobni (oksidativna fosforilacija i Krebsov ciklus).

Fosfageni sustav prvenstveno se koristi kod aktivnosti visokog intenziteta koje traju najviše nekoliko minuta. Adenozin-trifosfat (ATP) i fosfokreatin su izvori energije unutar mišića koji se mogu odmah iskoristiti. Količina ATP koja se nalazi u skeletnim mišićima (5 mmol/kg) nije dovoljna za konstantnu opskrbu tijela energijom. Fosfokreatin nastaje kada su stanici dostupne veće količine ATP te se time stvara još jedna zaliha energije. Količina fosfokreatina u stanici je tri do osam puta veća od količine ATP. Kada se ATP počne trošiti, energija se iz fosfokreatina brzo prenosi u ATP, a zatim i u ostale stanične sustave. Fosfokreatin može pružiti tijelu dovoljnu količinu energije za aktivnost koja traje od 2-3 minute. Fosfokreatin se stoga smatra primarnim energetske izvorom za aktivnosti visokog intenziteta i kratkog trajanja, kao npr. dizanje utega (Mougios 2006).

Drugi anaerobni metabolički put dobivanja energije je glikoliza. Tijekom procesa glikolize razgrađuju se glukoza i mišićni glikogen kroz kaskadu od deset kemijskih reakcija. Glikolizom se proizvodi dovoljna količina energije samo za aktivnosti u trajanju 1-3 minute. Čak 25-35% ukupne tjelesne zalihe mišićnog glikogena potroši se tijekom jednog sprinta od trideset sekundi (Rodriguez et al. 2009). Vidljivo je stoga da niti fosfageni sustav niti glikoliza nisu u stanju opskrbiti tijelo energijom za sportske aktivnosti u trajanju dužem od dvije do tri minute.

Aerobnim putevima omogućava se stvaranje energije za sve aktivnosti koje traju duže od nekoliko minuta. Trčanje na duge pruge, maraton, biciklizam te plivanje primjeri su sportova kod kojih je nužna ovakva proizvodnja energije. Dva su aerobna puta važna za proizvodnju energije u ljudskom tijelu, oksidativna fosforilacija i Krebsov ciklus. Oksidativnom fosforilacijom dolazi do oksidacije vodikovih atoma u mitohondrijima. Tijekom slijeda oksidativnih reakcija oslobađa se velika količina energije za tvorbu ATP. Krebsov ciklus također se odvija u mitohondrijima. To je slijed kemijskih reakcija u kojima se acetyl-koenzim A, molekula koja nastaje prilikom razgradnje glukoze, razgrađuje do ugljikova dioksida i

vodikovih atoma. Oslobođeni vodikovi atomi kasnije se oksidiraju, oslobađajući pritom veliku količinu energije za dobivanje ATP (Guyton & Hall 2006).

Ukupno u tijelu tijekom svih energetske procesa iz jedne molekule glukoze razgrađenu u potpunosti do ugljikova dioksida i vode nastaje 38 molekula ATP. Potpunom oksidacijom svakog mola glukoze oslobodi se 2872 kJ, dok zbroj energije u svim molekulama ATP iznosi 1910 kJ. Maksimalni korisni učinak prijenosa energije stoga iznosi 66%. Ostalih 34% prelazi u toplinu i ne može se iskoristiti za specifične funkcije stanica (Guyton & Hall 2006).

50-60% energije prilikom intenzivne tjelesne aktivnosti dobiva se od ugljikohidrata, a ostatak od oksidacije slobodnih masnih kiselina. Smanjivanjem intenziteta tjelesne aktivnosti veći postotak energije iskorištavat će se od slobodnih masnih kiselina. Konstantnim treningom neće se promijeniti ukupna količina dobivene energije već postotak dobiven iz ugljikohidrata i masti. Prilagodbom na aerobni trening s vremenom će tjelesna aktivnost jednakog trajanja zahtijevati manju potrošnju energije. Kao rezultat takve prilagodbe, postotak energije dobiven od masti će se povećati, a postotak dobiven od ugljikohidrata smanjiti. Osoba koja redovito trenira stoga uvijek koristi veću količinu energije iz masti od osoba koje se sportom ne bave konstantno (Coyle et al. 1997).

Skeletni mišići čine otprilike 40% tjelesne mase. Svi se oni sastoje od velikog broja vlakana. Svako vlakno sastoji se od još manjih podjedinica, nekoliko tisuća miofibrila. Svaka miofibrila sastoji se od oko 1500 miozinskih i 3000 aktinskih niti, koje leže jedne uz druge. To su velike polimerizirane bjelančevine koje su odgovorne za mišićnu kontrakciju.

Za mišićnu kontrakciju potrebna je energija koja se dobiva iz ATP. Energija iz ATP omogućuje međusobno klizanje aktinskih i miozinskih niti, čime se mišić kontrahira. Svaki mišić u ljudskom tijelu sastoji se od mješavine tzv. brzih i sporih mišićnih vlakana. Brza vlakna su debela i jače se kontrahiraju, sadrže veliku količinu glikolitičkih enzima za brzo oslobađanje energije procesom glikolize te imaju slabiju opskrbu krvlju. Spora vlakna su tanka i bogata krvnim žilama i kapilarama radi dopreme dodatnih količina kisika kako bi se omogućio dugotrajniji rad. Odnos brzih i sporih vlakana u ljudskim mišićima genetski je predodređen. Međutim, različitim vrstama treninga odnos brzih i sporih vlakana može se značajno izmijeniti (Simoneau et al. 1985).

## 6. Dnevne energetske potrebe

Zadovoljavanje dnevnih energetske potrebe prioritet je prehrane sportaša. Energetski balans postiže se kada unos energije (energija iz hrane, tekućine i suplemenata) postane jednak utrošku energije. Bazalni metabolizam, termički učinak hrane i termički učinak aktivnosti organizma komponente su utroška energije.

Bazalni metabolizam je količina energije potrebna za održavanje životnih funkcija organizma u stanju mirovanja. U dnevnom utrošku energije on sudjeluje s 60-75% (Poehlman 1989). Velike su individualne razlike vrijednosti bazalnog metabolizma među ljudima. Vrijednost bazalnog metabolizma ovisi o spolu, tjelesnoj masi, visini, dobi, razini cirkulirajućeg tiroksina te količini masnog tkiva (Johnstone et al. 2005).

Termički učinak hrane energije je koja se oslobađa razgradnjom, skladištenjem i distribucijom hranjivih tvari. U dnevnom utrošku energije on sudjeluje sa 10% (Poehlman 1989). Različite skupine namirnica imaju različite vrijednosti termičkog učinka hrane. Tako kod ugljikohidrata i masti on čini 5-15% kalorijske vrijednosti namirnice, a kod bjelančevina 20-35%. Velik udio termičkog učinka hrane ovisi o inzulinskoj rezistenciji pojedinca (Segal et al. 1992).

Termički učinak aktivnosti najvarijabilniji je čimbenik dnevnog utroška energije i iznosi od 15-30%. On uključuje utrošak energije zbog fizičkog rada, mišićne aktivnosti (uključujući drhtavicu) te voljnu tjelesnu aktivnost. Voljna tjelesna aktivnost, odnosno trening dio je termičkog učinka aktivnosti koji se najviše mijenja, a ovisi od trajanju, učestalosti i intenzitetu, kao i o spolu i hrani konzumiranoj tijekom dana (Poehlman 1989).

Preporučeni dnevni unos energije varira od osobe do osobe i ovisi o spolu, dobi, visini, težini i tjelesnoj aktivnosti tijekom dana.

Preporučeni dnevni unos kod muškaraca izračunava se formulom:

$$\text{DRI} = 662 - 9,53 \times \text{dob (u godinama)} + \text{PA} \times (15,91 \times \text{težina/kg} + 539,6 \times \text{visina/m})$$

Preporučeni dnevni unos kod žena izračunava se formulom:

$$\text{DRI} = 354 - 6,91 \times \text{dob (u godinama)} + \text{PA} \times (9,36 \times \text{težina/kg}) + 726 \times \text{visina/m})$$

DRI - *Dietary Reference Intake* (dnevni preporučeni unos)

PA - *Physical activity* (tjelesna aktivnost)

Koeficijent tjelesne aktivnosti iznosi od 1,0-2,5 i ovisi o načinu života i intenzitetu treninga. Nizak koeficijent je kod pojedinaca sa sedentarnim načinom života (1,0-1,39), kod osoba sa umjerenim intenzitetom treninga on je od 1,4-1,89, a kod tjelesno vrlo aktivnih pojedinaca on iznosi 1,9-2,5. Vrlo aktivnim osobama smatraju se one koje obavljaju tipične dnevne aktivnosti plus barem 60 minuta dnevne umjerene aktivnosti i još dodatnih 60 minuta intenzivne aktivnosti jednom ili više puta tjedno (Trumbo et al. 2005).

Prilikom negativne energetske bilance, masno tkivo i mišići služit će kao izvor energije tijelu. Manjak mišićne mase rezultirat će gubitkom snage i izdržljivosti, kao i kompromitiranom imunosti, endokrinom i muskuloskeletnom funkcijom (Burke et al. 2006). Dugotrajan smanjeni unos energije dovest će do značajnog manjka mikronutrijenata te može uzrokovati metaboličku disfunkciju. Nizak unos energije (1800-2000 kcal/dan) velik je problem kod sportašica, naročito atletičarki i gimnastičarki. Te sportašice imaju povećan rizik od razvoja tzv. ženske atletske trijade: poremećaj prehrane, osteoporoza i amenoreja (Gabel 2006). Poremećaji prehrane (anorexia i bulimia nervosa) tri su puta češći kod profesionalnih sportaša nego ostale populacije, posebno u sportovima koji ovise o količini masnog tkiva i tjelesnoj težini (Sundgot-Borgen & Torstveit 2004).

Poseban je klinički entitet *anorexia athletica*. Riječ je o poremećaju prehrane kojeg karakterizira voljno prekomjerno tjelesno opterećenje prilikom treninga u svrhu uspostavljanja kontrole nad svojim tijelom. Za razliku od anorexie nervose nije riječ o poremećenoj percepciji tijela, već želji za boljim uspjehom treninga. Sportaši obično počinju jedenjem zdravije hrane, zatim pojačavaju intenzitet treninga, a na kraju uz ekstremno pojačanje vježbi smanjuju i dnevni kalorijski unos, što rezultira psihičkim poremećajem (Sudi et al. 2004).

## 7. Prehrana sportaša

Prehrana profesionalnih sportaša, kao i prehrana opće populacije, sastoji se većinom od ugljikohidrata, masti i bjelančevina. Omjer između ovih hranjivih tvari različit je u pojedinim sportovima. Općenito, sportovi se dijele na sportove snage i sportove izdržljivosti.

Sportaši koji se bave sportovima u kojima je važna izdržljivost, kao maratonci, imaju prehranu bogatu ugljikohidratima, umjerenu u proteinima te nizak unos masti. Mišićni glikogen glavni je izvor energije u svim sportovima izdržljivosti. Prehrana bogata ugljikohidratima uvjet je za nadoknadu i održavanje glikogenskih rezervi. 60-70% dnevnog unosa energije ovih sportaša dolazi od ugljikohidrata, odnosno 7g/kg TT. Svakog dana, maratonci trebaju konzumirati barem 225 g ugljikohidrata u obliku žitarica, 90 g voća, 30 g povrća te 60 g nemasnih mliječnih proizvoda. U želji za većim unosom ugljikohidrata maratonci unose ugljikohidrate podrijetlom iz mahunarki, kao što su grašak, kukuruz, grah i leća. Ove namirnice sadrže čak 15-20 g ugljikohidrata po porciji.

Sportaši prilikom treninga izdržljivosti unose do 50% više bjelančevina od opće populacije. 12-15% dnevnog unosa energije kod ovih sportaša dobiva se iz bjelančevina, odnosno 1,3 g/kg TT. Dobri izvori bjelančevina su nemasno meso, perad, riba, jaja i mliječni proizvodi. Ove namirnice sadrže sve esencijalne aminokiseline. Tofu, orasi i grah također su hrana bogata bjelančevinama. Maratonci trebaju dnevno konzumirati 3-5 porcija bjelančevina, pri čemu se uzima da prosječna porcija sadrži 21 g bjelančevina. U slučaju previsokog unosa bjelančevina, višak će biti spremljen u obliku masnog tkiva. Takva prehrana je teško probavljiva te će i uspjeh na natjecanju i treningu biti lošiji.

Preporuke unosa masti u maratonaca jednake su preporukama opće populacije. Manje od 30% ukupne energije trebalo bi dolaziti iz masti, a manje od 10% iz zasićenih masnih kiselina. Čokolada, pržena hrana, sladoled, slanina i kolači hrana su bogata mastima. Sportaši nastoje izbjegavati ovu hranu te koristiti namirnice u kojima je udio masnoća manji od 30%. Previsok unos masti također će biti skladišten u obliku masnog tkiva i teško probavljiv (Jeukendrup 2011).

Poseban oblik sportova izdržljivosti predstavljaju ekstremni sportovi, kao triatlon i cjelodnevne biciklističke utrke. Ovi sportaši sudjeluju u aktivnosti iznimno visokog intenziteta i dugog trajanja, s kratkim vremenom oporavka. Nadoknada ugljikohidrata od iznimne je važnosti kako bi se osigurala energija za mišićnu kontrakciju. Istraživanja

pokazuju da ovi sportaši prilikom perioda oporavka uspijevaju unijeti količinu ugljikohidrata koja bi trebala odgovarati energetske potrebe prilikom aktivnosti visokog intenziteta, no unatoč tome energetska bilanca im je negativna. Adekvatna nadoknada energije mogla bi se postići većim unosom bjelančevina tijekom oporavka, no sportaši rijetko mogu tolerirati visoke količine bjelančevina bez gastrointestinalnog distresa (Bescos et al. 2012).

Kod sportaša koji se bave sportovima u kojima je važna mišićna snaga, poput boksa, hrvanja i dizanja utega modificira se pretraga u odnosu na sportove izdržljivosti. Ovi sportaši unose veću količinu hrane bogate proteinima kako bi postigli anabolički učinak na mišiće. Dnevne potrebe unosa bjelančevina određene su količinom aminokiselina izgubljenom tijekom dana. Istraživanja pokazuju da treninzi snage djeluju stimulirajuće na izgradnju mišićnih bjelančevina, odnosno povećavaju iskoristivost unosa proteina, čime dnevne proteinske potrebe ovih sportaša ne bi trebale nadmašiti potrebe u ostalim sportovima. Međutim, kako je za uspješno natjecanje važna što veća mišićna snaga, ovi sportaši žele postići pozitivnu energetske bilancu svakog dana te stoga unose veću količinu bjelančevina (Phillips 2004). U prehrani ovih sportaša zapažen je manji od preporučenog unos povrća, žitarica, kruha, riže, krumpira i tjestenine. Tijekom odmora od natjecateljske sezone i za vrijeme blažih treninga, ovi sportaši vrlo lako dobivaju na tjelesnoj težini zahvaljujući ovakvom načinu prehrane (Ubeda et al. 2010).

Vegetarijanska prehrana može biti opcija i za profesionalni sport u slučaju poštivanja energetske potrebe organizma.

Ključni nutrijent kojim vegetarijanska prehrana zaostaje za prehranom omnivora su bjelančevine. Proteini biljnog podrijetla u ljudskom se probavnom traktu probavljaju slabije od proteina životinjskog podrijetla. Unos proteina bjelančevinama bit će zadovoljavajući samo ako je prehrana raznolika. Vegetarijanci koji prehranom unose manje od 50% proteina iz hrane životinjskog podrijetla trebaju dodatnih 12-15 g proteina dnevno (Kniskern & Johnston 2011). Preporučeni dnevni unos proteina za sportaše vegetarijance iznosi 1,3-1,8 g/kg TT. Kvaliteta unesenih proteina je potencijalni problem kod vegana, odnosno osoba koje izbjegavaju sve namirnice životinjskog podrijetla. Takvi sportaši imati će slabiji unos lizina, treonina, triptofana i metionina. Te se četiri aminokiseline ne mogu dobiti konzumiranjem hrane isključivo biljnog podrijetla (Tipton & Witard 2007).



Zbog smanjene količine bjelančevina životinjskog podrijetla, sportaši vegetarijanci imaju povećan rizik od hipovitaminemije (B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, D), manjka kalcija, željeza i cinka.

Veliki problem vegetarijanske prehrane je manjak željeza koji će, naročito kod sportašica, dovesti do anemije. Rutinsko praćenje koncentracije željeza preporuča se kod sportaša vegetarijanaca, posebno tijekom perioda brzog rasta (adolescenti, trudnice).

Vegetarijanci zbog nekonzumiranja mesa imaju smanjene rezerve kreatina i prelazak na veganski način prehrane već nakon tri tjedna dovede do smanjene koncentracije kreatina (Lukaszuk et al. 2002).

Prelazak na vegetarijanski način prehrane čest je u sportovima u kojima je nužan sastav tijela sa što manje masnog tkiva. Ponekad, taj prijelaz bude prvi korak poremećaja prehrane i povisuje rizik od nastanka ženske atletske trijade. Zbog te povezanosti, treneri i zdravstveni profesionalci moraju biti na oprezu prilikom prelaska sportaša na vegetarijanski način prehrane. Potreban je stalan biomonitoring sportaša vegetarijanca kako bi se uvidjelo je li njegov unos energije i bjelančevina adekvatan.

Prednost vegetarijanske prehrane je činjenica da ona osigurava obilje ugljikohidrata i antioksidansa. Hrana biljnog podrijetla bogata je magnezijem, a kako su potrebe za magnezijem povećane 10-20% uslijed gubitaka znojem i urinom, on se smatra limitirajućim elementom sportske izvedbe (Nielsen & Lukaski 2006).

Prehrana djece i adolescenata koji se bave sportom zahtijeva poseban naglasak. Kvalitetna prehrana omogućuje uspjeh pri sportskim aktivnostima, smanjuje umor, rizik od ozljede i bolesti te osigurava dovoljno kvalitetnih tvari za adekvatan rast i razvoj. Balans između unosa i potrošnje energije naročito je važan kod djece u razvoju. Energetski deficit može dovesti do zaostajanja u rastu, zakašnjelog puberteta, menstrualne disfunkcije, gubitka mišićne mase te povećane sklonosti umoru, ozljedi i bolesti (Meyer et al. 2007). Suvišak energije uzrokovat će prekomjeren porast tjelesne težine i debljinu.

Ugljikohidrati trebaju činiti najveći dio prehrane djece sportaša, kao i u odraslih. Preporučeni dnevni udio kod djece od 4-18 godina iznosi 45-65% ukupnog energetskog unosa. Udio proteina u dječjoj prehrani varira od 10-30%, upravo zbog anaboličkih zahtjeva organizma. Masti su zastupljene u prehrani djece sportaša sa 25-35%. Vrlo je važno da udio zasićenih masti ne premašuje 10% ukupnog energetskog unosa. Hrana bogata ovakvim mastima su čips, slatkiši, pržena hrana i pekarski proizvodi, te bi njihov unos morao biti sveden na minimum.

Kvalitetni izvori masti uključuju meso, perad, ribe, orahe, sjemenke, mliječne proizvode te maslinovo ulje (Purcell 2013).

Unos vitamina i minerala važan je u prehrani djece koja se bave sportom. Posebnu pozornost kod ovih sportaša ipak treba usmjeriti na zadovoljavanje dnevnih potreba za kalcijem, vitaminom D i željezom.

Preporučeni dnevni unos kalcija u dobi od 4-8 godina iznosi 1000 mg, dok je u dobnoj skupini od 9-18 godina dnevni unos kalcija povećan na 1300 mg. Namirnice bogate kalcijem su mlijeko, jogurt, razne vrste sireva, brokula, špinat te neke vrste žitarica obogaćene ovim elementom.

Vitamin D zajedno s kalcijem sudjeluje u izgradnji i poboljšanju kvalitete kosti. Glavni izvor vitamina D u hrani je mlijeko. Važno je zapamtiti da mliječni proizvodi, kao jogurt, ne sadrže vitamin D. Djecu treba poticati na bavljenje sportova na otvorenom, jer je sunčevo zračenje važan izvor ovog vitamina.

Željezo sudjeluje u sintezi hemoglobina, enzima koji služi za transport kisika u tijelu. Tijekom adolescencije povećane su dnevne potrebe za željezom kako bi se potaknuo tjelesni rast, razvoj mišića i povećao volumen plazme (Hoch et al. 2008). Djeca do 13 godina života dnevno moraju unijeti 8 mg željeza kako bi spriječili razvoj anemije. Adolescenti od 14-18 godina zahtijevaju još više željeza za pravilan razvoj, muškarci 11 mg/dnevno, a žene 15 mg/dnevno. Manjak željeza čest je kod djece sportaša zbog prehrane siromašne mesom, ribom i peradi ili povećanih gubitaka znojem, urinom, fecesom i menstrualnom krvi. Iz tog razloga adolescentima, naročito djevojčicama, vegetarijancima i trkačima na duge pruge treba redovito vaditi krv i provjeravati razinu željeza. Namirnice bogate željezom su jaja, lisnato povrće, žitarice i meso (Purcell 2013).

## **8. Prehrana za vrijeme trenažnog procesa**

Osnovna razlika između prehrane sportaša i opće populacije je da sportaši zahtijevaju dodatnu tekućinu kako bi nadoknadili gubitke znojem i dodatan unos energije za obavljanje tjelesnih aktivnosti. Većina dodatne energije dobiva se iz ugljikohidrata. Povećana potreba za energijom u nesrazmjeru je sa povećanom potrebom za pojedinačnim nutrijentima. Iz tog razloga preporuča se baš unos velike količine ugljikohidrata (kruh, žitarice, mlijeko, voće, povrće). Tempiranje unosa hranjivih tvari provodi se individualno za svakog sportaša, ovisno o njegovim gastrointestinalnim karakteristikama te intenzitetu treninga. Prilikom iznimno napornih treninga ili većeg broja treninga dnevno sportaši bi trebali jesti tri glavna obroka i tri međuobroka. U slučaju želje za povećanjem mišićne mase takvi sportaši trebali bi jesti pred kraj treninga, imati više od jednog popodnevog međuobroka i jesti dodatan međuobrok prije spavanja (Rodriguez et al. 2009).

### **8.1. Unos nutrijenata prije treninga**

Unos hrane prije treninga dokazano poboljšava sposobnost obavljanja treninga. Obrok unesen prije natjecanja ili intenzivnog treninga trebao bi pripremiti sportaša za nadolazeću aktivnost te se pojedinac ne bi trebao osjećati niti gladno niti sito. Hrana mora imati relativno nizak udio masti i vlakana kako bi se olakšalo pražnjenje želuca. Obrok mora biti bogat ugljikohidratima kako bi održao konstantnu razinu glukoze u krvi i pohranio višak u obliku glikogena, umjeren u bjelančevinama i poznat sportašu. Također, važno je unijeti dovoljno tekućine za održavanje hidracije.

Količina i pravovremenost obroka prije treninga su povezani. Manje količine hrane trebale bi biti konzumirane u neposrednoj blizini natjecanja kako bi se olakšalo želučano pražnjenje. Veći obroci unose se sa dovoljnim vremenskim odmakom prije treninga ili natjecanja. Maksimalno iskorištavanje energije za vrijeme treninga omogućit će se unosom 200-300 g ugljikohidrata 3-4 sata prije vježbe.

Prehrana sportaša prije natjecanja mora biti individualno prilagođena. Sportaši bi trebali eksperimentirati sa različitim vrstama hrane i pića za vrijeme odmora od natjecateljske sezone kako bi znali koja hrana im najviše odgovara prije treninga (Rodriguez et al. 2009).

## **8.2. Unos nutrijenata za vrijeme treninga**

Za vrijeme treninga u trajanju od sat vremena ili kraćem sportaši bi trebali piti sportska pića bogata ugljikohidratima (6-8% u ukupnom udjelu) kako bi nadoknadili energiju i tekućinu. Naročito se to odnosi na sportaše koji treniraju ujutro. Tijekom noći organizam posti, crpe se jetrene zalihe glikogena i potrebna je veća nadoknada energije (Nicholas et al. 1995). Unos ugljikohidrata tijekom treninga pomaže očuvanje konstantne razine glukoze u krvi i povećava izdržljivost (Currell & Jeukendrup 2008).

Prilikom treninga duljeg od sat vremena, unos 0,7 g ugljikohidrata po kilogramu tjelesne težine (TT) svaki sat (30-60 g svaki sat) dokazano povećava izdržljivost (Currell & Jeukendrup 2008). Unos ugljikohidrata za vrijeme treninga posebno je važan u situacijama kada sportaši nisu jeli prije samog treninga ili kada im je energetska unos smanjen s namjerom gubitka tjelesne mase. Unos ugljikohidrata trebao bi započeti neposredno nakon početka treninga i nastaviti se konstantno u intervalima od 15-20 minuta (McConnell et al. 1996). Uneseni ugljikohidrati trebaju se sastojati prvenstveno od glukoze. Fruktaza sama nije toliko učinkovita te može uzrokovati proljeve, no kombinacije glukoze i fruktoze, kao i drugi jednostavni šećeri i maltodekstrini, podjednako su učinkovite (Coggan & Coyle 1991).

Oblik u kojem se ugljikohidrati nalaze nije bitan sve dok je hidracija dovoljna, te ovisi o individualnim željama sportaša.

## **8.3. Unos nutrijenata nakon treninga**

Sastav i vremenski period u kojem će se hranjive tvari unijeti nakon treninga prvenstveno ovisi o trajanju i intenzitetu treninga te kada će biti sljedeća tjelesna aktivnost. Nadoknada ovisi i o potrošnji glikogenskih rezervi. Sinteza glikogena u mišićima nakon intenzivne tjelesne aktivnosti odvija se u dvije faze: brzoj i sporoj. Brza faza traje 30-60 minuta, a karakterizira ju premještanje transportera za glukozu na membranu mišićne stanice. Nakon nje slijedi spora faza, u trajanju od nekoliko sati. Aktivnost spore faze potaknut će inzulin, hormon koji se luči kao odgovor na unos ugljikohidrata (Jentjens & Jeukendrup 2003). Najbolje iskorištavanje ugljikohidrata zbiva se kada se oni unesu unutar 30 minuta od završetka treninga u količini od 1-1,5 g/kg TT.

Vrsta ugljikohidrata koji se unose također utječe na sintezu glikogena nakon treninga. Glukoza i saharoza su podjednako učinkovite unesene u količini od 1-1,5g/kg TT tijekom dva

sata, dok je iskoristivost fruktoze nešto manja (Blom et al. 1987). Kada je riječ o cjelovitoj hrani, konzumacija ugljikohidrata s visokim glikemijskim indeksom (bijeli kruh, riža, žitarice, glukoza, maltoza) dovest će do veće proizvodnje glikogena u odnosu na hranu s niskim glikemijskim indeksom (grah, sjemenke, povrće, voće).

Dodatak bjelančevina nakon treninga važan je ukoliko se želi postići anabolički učinak na mišiće. Bjelančevine također osiguravaju aminokiseline potrebne za izgradnju i oporavak mišićnog tkiva (Rodriguez et al. 2007).

#### **8.4. Hidracija**

Optimalna hidracija važan je čimbenik uspjeha na sportskim natjecanjima. Dehidracijom se smatra deficit tekućine u iznosu od 2-3% tjelesne mase. Dehidracija kompromitira izvođenje aerobnih vježbi i povećava rizik od potencijalno smrtonosnih toplinskih stanja poput toplinskog udara. Sportaši bi stoga trebali težiti dovoljnom unosu tekućine prije, za vrijeme i nakon treninga ili natjecanja.

Sportašima se preporuča pije 5-7mL vode ili sportskog pića po kilogramu tjelesne težine barem 4 sata prije treninga. Važno je konzumirati tekućinu dovoljno vremena prije tjelesne aktivnosti kako bi se sva tekućina stigla apsorbirati i ostvariti optimalnu hidraciju organizma, dok se time bubrezima omogućuje izlučivanje viška tekućine urinom prije, a ne za vrijeme samog natjecanja. Danas se više ne preporuča tzv. hiperhidracija, odnosno uzimanje prevelike količine tekućine prije treninga. Hiperhidracija s tekućinama koje povećavaju ekstra- i intracelularne prostore (npr. voda i glicerolske otopine) znatno će povećati rizik od odustajanja prilikom natjecanja i ne predstavlja nikakvu fiziološku prednost pred euhidracijom (Sawka et al. 2007).

Tijekom tjelesne aktivnosti gube se velike količine topline zračenjem, kondukcijom, konvekcijom i isparavanjem. Količina znoja izlučena prilikom aktivnosti ovisi o temperaturi okoliša, vlažnosti, tjelesnoj masi sportaša i aklimatizaciji na uvjete okoline. Ovisno o sportskoj aktivnosti, količina izlučenog znoja varira od 0,3 L/h do 2,4 L/h (boks, plivanje, sprint). Uz vodu, znoj također sadrži znatnu količinu natrija (oko 1 g/L). Ostali elementi zastupljeni u znoju su kalij te mala količina magnezija i klorida (Sawka et al. 2007). Prilikom tjelesne aktivnosti važno je stoga konstantno održavati stanje normalne hidracije, odnosno spriječiti deficit tekućine veći od 2% tjelesne mase. Količina tekućine koja je potrebna za

nadoknadu ovisi o individualnoj količini izlučenog znoja, trajanju treninga te prilikama za piće (Sawka et al. 2007). Prilikom ekstremnih napora poželjno je piti sportska pića koja sadrže elektrolite i ugljikohidrate kako bi omogućili nadoknadu tekućine i uspostavljanje elektrolitne ravnoteže te time omogućili uspješnije podnošenje napora. Pića koja sadrže kalij i natrij pomažu korigirati gubitak elektrolita te stimuliraju žeđ i zadržavanje tekućine bubrezima. Pića bogata ugljikohidratima dobra su nadoknada energije. Za svaki oblik tjelesne aktivnosti duži od jednog sata preporučuju se sportska pića koja sadrže 6-8% ugljikohidrata (Sawka et al. 2007).

Uspostava balansa tekućine nije uvijek moguća. Razlog je u tome što maksimalan kapacitet znojenja nadmašuje maksimalan kapacitet pražnjenja želuca čime je limitirana apsorpcija tekućine. Pražnjenje želuca maksimalno je kada je količina tekućine u njemu visoka, kada je tekućina hipertonična ili kada je koncentracija ugljikohidrata u njoj veća od 8%.

Sportaši često prilikom treninga ili natjecanja ne stignu konzumirati dovoljnu količinu tekućine. U kombinaciji sa gubitkom tekućine znojem i isparavanjem doći će do elektrolitnog disbalansa koji se očituje kao dehidracija, hipohidracija i hiponatrijemija.

Dehidracija uzrokovana tjelovježbom nastaje kada gubici tekućine nadmaše njezin unos. Dehidracija se kod profesionalnih sportaša najčešće javlja kao posljedica kratkog intervala između vježbi prilikom čega se organizam ne može rehidrirati u cijelosti.

Hipohidracija je česta kod sportova koji ovise o tjelesnoj težini (hrvanje, boks, borilački sportovi). Takvi se sportaši voljno dehidriraju kako bi ušli u nižu težinsku kategoriju i time ostvarili potencijalno bolji uspjeh na natjecanju. Hipohidracija se može ostvariti restrikcijom unosa tekućine, posebnim vježbama, uporabom diuretika te dugotrajnim boravkom u sauni dan prije vaganja.

Hiponatrijemija (koncentracija natrija ispod 130 mmol/L) nastaje kod dugotrajnog, obilnog znojenja i prilikom prevelikog unosa vode u želji za nadoknadom tekućine. Hiponatrijemija se najčešće javlja kod trkača početnika koji nisu mršavi, koji trče polako, slabo se znoje i onih koji konzumiraju preveliku količinu vode prije, za vrijeme i nakon utrke (Armstrong et al. 2007).

Zdravstveni rizici uzrokovani dehidracijom i gubitkom elektrolita su mišićni grčevi, toplinska iscrpljenost i toplinski udar. Ta stanja nastaju tijekom vježbi visokog intenziteta i dugog trajanja i rezultiraju odustajanjem od natjecanja i kolabiranjem tijekom ili ubrzo nakon aktivnosti.

Mišićni grčevi najblaži su oblik patologije uzrokovane dehidracijom, a nastaju uglavnom kod sportaša koji se obilno znoje i time gube velike količine natrija. Odmorom, nadoknadom tekućine i soli grčevi se vrlo brzo povuku.

Toplinska iscrpljenost početno je stanje toplinskog kolapsa i nekad je teško razlikovati ta dva klinička entiteta. Tipični simptomi su obilno znojenje, povećana frekvencija disanja i brz, slab puls. Toplinska iscrpljenost će se obično izliječiti simptomatskim liječenjem i oralnom nadoknadom tekućine (Armstrong et al. 2007).

Toplinski udar uzrokovan tjelovježbom definiran je rektalnom temperaturom višom od 40°C i simptomima višestrukog zatajenja organskih sustava, najčešće središnjeg živčanog sustava. Premda postoje pojedinci skloniji nastanku toplinskog udara (neaklimatizirani, dehidrirani, nedavno bolesni, koji uzimaju terapiju) on može zadesiti i naizgled zdrave sportaše čak i kada je temperatura okoline umjerena ili niska. Brzo prepoznavanje ovog stanja i naglo hlađenje može biti odlučujuće u spašavanju života tih sportaša. Iznimno je važna obilna nadoknada tekućine i elektrolita. Oporavak od toplinskog udara je većinom potpun i malo kad zaostaju trajne posljedice (Dematte et al. 1998).

Nakon završetka treninga ili natjecanja sportaši se uglavnom nalaze u blagom stupnju dehidracije. Normalnim unosom tekućine i hrane nadoknadit će se voda i elektroliti izgubljeni tijekom vježbanja. Ukoliko se želi postići brza i potpuna rehidracija sportašima se savjetuje konzumiranje barem 450-675mL tekućine za svakih 0,5 kg tjelesne težine izgubljene prilikom aktivnosti (Sawka et al. 2007).

Posebni uvjeti prilikom vježbanja koji predstavljaju moguć zdravstveni rizik su visoka, vlažna i niska temperatura okoliša te visoka nadmorska visina.

Visoka temperatura i vlažnost okoline veoma povećavaju rizik od dehidracije. Kada temperatura okoline nadmaši tjelesnu temperaturu, toplina se ne može provoditi zračenjem. U uvjetima visoke vlažnosti znatno se smanjuje i sposobnost provođenja topline isparavanjem. Prilikom visoke i temperature i vlažnosti zraka raste rizik od toplinskog udara (Armstrong et al. 2007).

Hladni okolišni uvjeti dovode do znatnih gubitaka tekućine respiracijom.

Na nadmorskoj visini iznad 2500m velik je gubitak tekućine respiracijom (1,9 L/dan kod muškaraca; 0,85 L/dan kod žena). Ukupan dnevni unos tekućine na tim visinama trebao bi biti 3-4 L dnevno kako bi se osigurala normalna bubrežna funkcija (Armstrong 2000).

## 9. Dodaci prehrani

U današnje vrijeme na tržištu se može naći velik broj nadomjestaka prehrani. Pretpostavlja se da danas u svijetu postoji oko 50 000 različitih pripravaka, a njihov broj svakodnevno raste. Samo malen dio tih pripravaka dokazano poboljšava izvođenje sportske aktivnosti. Nadomjesci nikada ne mogu zamijeniti genetsku podlogu, godine treninga i pravilnu prehranu. Oni nisu potrebni ako sportaš unosi dovoljno energije iz različitih izvora. Ponekad potreba za nadomjescima ipak postoji. Primjeri su dodatci folne kiseline kod trudnih sportašica, specifičan deficit mikronutrijenata ako sportaš eliminira određenu vrstu hrane te medicinski razlozi (npr. nadomjesci željeza kod anemije). Prilikom uzimanja nadomjestaka prehrani treba biti pažljiv i provjeriti istraživanja koje potvrđuju njihovu učinkovitost. Mogući zdravstveni rizici javljaju se kod kontaminacije nadomjestka nekom nedozvoljenom supstancom. Nadomjesci prehrani dijele se u četiri skupine: oni koji dokazano djeluju, koji bi mogli biti djelotvorni ali nisu još dovoljno testirani, zatim suplementi koji djeluju protivno navedenom i posljednje, opasni, zabranjeni i ilegalni nadomjesci (Rodriguez et al. 2009).

Među suplemente koji dokazano djeluju pripadaju nadomjesci vitamina i minerala.

Sportaši koji žive na sjevernim geografskim širinama ili treniraju na zatvorenom tijekom cijele godine skloniji su deficitu vitamina D. Nadomjestak vitamina D preporučuje se u dnevnoj dozi od 5 $\mu$ g ili 200 IU. Novija istraživanja pokazuju da sportašima koristi nadomjestak u dozi od čak 1000-2000 IU (Willis et al. 2008).

Uz manjak vitamina D čest je i manjak kalcija. Preporuke za sportaše s poremećajima hranjenja, amenorejom i rizikom od rane osteoporoze ukazuju na potrebu unosa 1500 mg kalcija dnevno (Nattiv et al. 2007).

Manjak antioksidansa (vitamin E, selen,  $\beta$ -karoten) je rijedak te se ne preporuča uzimanje nadomjestaka. Visoke doze antioksidansa mogle bi imati kontraefekt i dovesti to oksidativnog stresa na membranu stanica.

Intenzivna i dugotrajna tjelesna aktivnost povećava potrebu za vitaminom C te bi sportaši trebali unijeti 100-1000 mg vitamina C tijekom dana (Rodriguez et al. 2009).

Najčešći manjak nekog pojedinačnog minerala je manjak željeza. Nadomjesna terapija željezom pridonosi oporavku krvne slike, povećava unos kisika, usporava rad srca te smanjuje koncentraciju laktata u krvi prilikom treninga (Lukaski 2004).



Manjak cinka i magnezija je rijedak te u pravilu nije nužna njihova dopuna. Naročito treba izbjegavati mononadomjestke cinka s kojima se premašuje preporučeni dnevni unos od 40 mg. Visoke doze cinka mogu dovesti do snižavanja razine HDL kolesterola. Također, cink interferira s apsorpcijom željeza i bakra (Lukaski 2004).

Kreatin je jedan od nadomjestaka čije djelovanje je u skladu s navedenim. Trenutno je najzastupljeniji suplement među sportašima sa željom povećanja mišićne mase i ubrzanja oporavka (Bemben & Lamont 2005). Kreatin se pokazao efikasnim u sportovima koji iskorištavaju pretežito ATP-fosfokreatinski sustav za dobivanje energije, kao što su sprint i dizanje utega. Kreatin se smatra sigurnim za korištenje kod zdravih odraslih osoba te studije nisu pokazale negativni učinak na organizam tijekom dugotrajnog korištenja (Groeneveld et al. 2005). Poznate nuspojave kreatina su porast tjelesne težine, grčevi, mučnina i povraćanje.

Kofein je nadomjestak koji djeluje kao stimulans središnjeg živčanog sustava. Dopuštene razine kofeina u urinu prema Svjetskoj antidoping agenciji (World Anti Doping Agency, WADA) iznose 15 µg/ml. Uporaba energetske pića koja sadrže kofein potencijalno je opasna u previsokim količinama ili pri miješanju sa drugim stimulansima ili alkoholom. Nuspojave kofeina uključuju anksioznost, tahikardiju, gastrointestinalne probleme te nesanicu (Rodriguez et al. 2009).

Kreatin, kofein, sportska pića te natrijev bikarbonat dodaci su prehrani koji dokazano djeluju na način kako je propisano od strane proizvođača. Za dio prehrambenih nadomjestaka smatra se da djeluju na način kako su proizvođači naveli, no do ovog trenutka nema još dovoljno znanstvenih dokaza o njihovoj aktivnosti u organizmu. U ove dodatke pripadaju: glutamin, β-hidroksimetilbutirat, kolostrum i riboza. Upotreba ovih nadomjestaka dozvoljena je od strane Svjetske antidoping agencije.

Većina prehrambenih dodataka pripada u kategoriju tvari čiji je učinak u organizmu različit od navedenog. Aminokiseline, pčelinji pelud, karnitin, koenzim Q10, citokrom C, dihidroksiaceton, ginseng, inozin, piruvat, oksigendirana voda i vanadij dio su ovakvih dodataka. Do sad nijednom od ovih dodataka nije dokazano pozitivno djelovanje na sportsku izvedbu, a mnogi od njih uzrokuju i velik broj nuspojava.

U posebnu skupinu nadomjestaka prehrambeni ulaze oni zabranjeni od strane Svjetske antidoping agencije. Kao primjer ovih nadomjestaka navode se androstendion, dehidroepiandrosteron, razni anabolički steroidi, *Tribulus terrestris*, strihnin i ljudski hormon

rasta. Znatan dio ovih nadomjestaka opasan je za ljudsko zdravlje te je njihova kupovina ilegalna u velikom broju zemalja (Rodriguez et al. 2009).

Proteinski nadomjesci česti su u prehrani sportaša, kako profesionalaca tako i rekreativaca. Nadomjesci proteina dolaze u različitim oblicima: pločice, gelovi, prah koji se miješa s vodom ili mlijekom i gotovi shakeovi.

U obliku nadomjestaka najčešće se nalazi proteini sirutke. Oni sadrže visoke razine esencijalnih i razgranatih aminokiselina. Sirutka je bogata leucinom, koji se smatra ključnim regulatorom postprandijalne sinteze proteina u mišićima (Pennings et al. 2011). Proteini sirutke dobivaju se u procesu prerade sira i mlijeka. Tri su vrste ovih proteina: koncentrat sirutke, izolat sirutke, koji ima više od 90% proteina u svom sastavu, i hidrolizat sirutke.

Proteini mlijeka također se koriste u formi nadomjestaka. 80% bjelančevina mlijeka čini kazein. On osigurava sporiji, ali dugotrajniji priljev aminokiselina u krv. Druge vrste bjelančevina koje se koriste su proteini jaja, soje, riže i graška.

Nadomjesci proteina najčešće se upotrebljavaju kao zamjena za obrok. Oni nisu potrebni ako je unos energije i bjelančevina adekvatan i raznovrstan. Česte neželjene posljedice su alergije na određene vrste nadomjestaka, naročito onih rađenih od proteina jaja. Zdravstveni rizici znatno su izraženiji kod korištenja pročišćenih aminokiselina. Visoke doze mogu biti karcinogene, nema dovoljno istraživanja koja bi dokazala njihovu djelotvornost, a moguće su i nenamjerne kontaminacije proizvoda nedozvoljenim supstancama (Štalić 2011).

## 10. Zaključak

Prehrana sportaša dio je profesionalnog sporta jednako važan kao i sam trening. Uz današnji ubrzan tempo života teško je osigurati kvalitetnu i uravnoteženu prehranu, a sportašima to predstavlja naročit izazov. Sportaši svakodnevno hranom moraju unositi dovoljne količine svih hranjivih tvari (ugljikohidrata, masti i bjelančevina), kao i vitamina i minerala koji često imaju presudan utjecaj na kvalitetu izvođenja treninga. Dnevne kalorijske potrebe variraju ovisno o intenzitetu treninga, spolu i tjelesnoj masi pojedinca. Zadovoljenje dnevnih kalorijskih potreba presudno je u održavanju konstantne tjelesne težine, ostvarivanju brzog oporavka nakon aktivnosti, te rasta i regeneracije skeletnih mišića. Posebnu pozornost treba usmjeriti prehrani prije, za vrijeme i nakon bavljenja sportom. Jedan od limitirajućih faktora sportske izvedbe je i adekvatna hidracija. Unos tekućine mora biti dovoljan i konstantan kako bi se spriječila dehidracija i zdravstveni rizici uzrokovani njome. Usklađivanje adekvatne prehrane važno je kod sportaša vegetarijanaca te onih koji izbjegavaju određenu vrstu hrane. Prehrana siromašna određenim hranjivim tvarima zahtijevat će upotrebu različitih vrsta nadomjestaka. Velikim brojem nadomjestaka dostupnih na tržištu nije moguće uspostaviti adekvatnu kontrolu nad svima, stoga je potreban oprez prilikom njihovog konzumiranja kako ne bi došlo do neželjenih posljedica na zdravlje.

## **11. Zahvala**

Zahvaljujem se doc.dr.sc. Jasni Pucarin-Cvetković, svojoj mentorici, na velikoj pomoći pri izradi ovog diplomskog rada, konstantnoj dostupnosti i podršci te stručnim savjetima.

Također moje zahvale idu mojoj obitelji i prijateljima, na pomoći i razumijevanju.

## 12. Literatura

1. Armstrong LE (2000) Altitude: Earth's Hyperbaric Environment. Performing in Extreme Environments. Champaign:Human Kinetics, str. 165-197.
2. Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, Roberts WO (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc* 39(3):556-572.
3. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, van Loon L JC (2010) Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 20(6):515-532.
4. Bembien MG, Lamont HS (2005) Creatine supplementation and exercise performance: recent findings. *Sports Med* 35(2):107-125.
5. Bescos R, Rodriguez FA, Iglesias X, Knechtle B, Benitez A, Marina M, Padulles JM, Torrado P, Vazquez J, Rosemann T (2012) Nutritional behaviour of cyclists during a 24-hour team relay race: a field study report. *J Int Soc Sports Nutr* 9:3.
6. Blom PC, Hostmark AT, Vaage O, Kardel KR, Maehlum S (1987) Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis. *Med Sci Sports Exerc* 19(5):491-496.
7. Burke L, Deakin V (2010) *Clinical Sports Nutrition*. New York City:McGraw-Hill.
8. Burke LM, Loucks AB, Broad N(2006) Energy and carbohydrate for training and recovery. *J Sports Sci* 24(7):675-685.
9. Coggan AR, Coyle EF (1991) Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: effects on metabolism and performance. *Exerc Sport Sci Rev* 19:1-40.
10. Coyle EF, Jeukendrup AE, Wagenmakers AJ, Saris WH (1997) Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate metabolism during exercise. *Am J Physiol* 273(2):E268-275.
11. Currell K, Jeukendrup AE (2008) Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Med Sci Sports Exerc* 40(2):275-281.
12. Dematte JE, O'Mara K, Buescher J, Whitney CG, Forsythe S, McNamee T, Adiga RB, Ndukwu IM (1998) Near-fatal heat stroke during the 1995 heat wave in Chicago. *Ann Intern Med* 129(3):173-181.
13. Elango R, Humayun MA, Ball RO, Pencharz PB (2010) Evidence that protein requirements have been significantly underestimated. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 13(1):52-57.

14. Gabel KA (2006) Special nutritional concerns for the female athlete. *Curr Sports Med Rep* 5(4):187-191.
15. Groeneveld GJ, Beijer C, Veldink JH, Kalmijn S, Wokke JH, van den Berg JH (2005) Few adverse effects on long-term creatine supplementation in a placebo-controlled trial. *Int J Sports Med* 26(4):307-313.
16. Guyton AC, Hall JE (2006) *Medicinska fiziologija*. Zagreb:Medicinska naklada.
17. Hoch AZ, Goossen K, Kretschmer T. Nutritional requirements of the child and teenage athlete. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 19(2):373-398.
18. Howarth KR, Phillips SM, MacDonald MJ, Richards D, Moreau NA, Gibala MJ (2010) Effect of glycogen availability on human skeletal muscle protein turnover during exercise and recovery. *J Appl Physiol* 109(2):431-438.
19. Jentjens R, Jeukendrup AE (2003) Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Med* 33(2):117-144.
20. Jeukendrup AE (2011) Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon and road cycling. *J Sports Sci* 29 Suppl 1:S91-99.
21. Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Rance KA, Speakman JR (2005) Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. *Am J Clin Nutr* 82(5):941-948.
22. Kniskern MA, Johnston CS (2011) Protein dietary reference intakes may be inadequate for vegetarians if low amounts of animal protein are consumed. *Nutrition* 27(6):727-730.
23. Lukaski HC (2006) Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition* 20(7-8):632-644.
24. Lukaszuk JM, Robertson RJ, Arch JE, Moore GE, Yaw KM, Kelley DE, Rubin JT, Moyna NM (2002) Effect of creatine supplementation and a lacto-ovo-vegetarian diet on muscle creatine concentration. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 12(3):336-348.
25. McConell G, Kloot K, Hargreaves M (1996) Effect of timing of carbohydrate ingestion on endurance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 28(10):1300-1304.
26. McGuire S (2011) U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services, *Dietary Guidelines for Americans*. Washington (DC): U.S. Government Printing Office.

27. Meyer F, O'Connor H, Shirreffs SM (2007) International Association of Athletics Federations Nutrition for the young athlete. *J Sports Sci* 25(Suppl 1):S73-82.
28. Mougios V (2006) Compounds of High Phosphoryl Transfer Potential. *Exercise Biochemistry*. Champaign:Human Kinetics, str. 127-137.
29. Nakagawa K (2006) Effect of vitamin D on the nervous system and the skeletal muscle. *Clin Calcium* 16(7):1182-1187.
30. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP (2007) American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc* 39(10):1867-1882.
31. Nicholas CW, Williams C, Lakomy HK, Phillips G, Nowitz A (1995) Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J Sports Sci* 13(4):283-290.
32. Nielsen FH, Lukaski HC (2006) Update on the relationship between magnesium and exercise. *Magnes Res* 19(3):180-189.
33. Pennings B, Boirie Y, Senden JM, Gijsen AP, Kuipers H, van Loon LJ (2011) Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *Am J Clin Nutr* 93(5):997-1005.
34. Phillips SM (2004) Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition* 20(7-8):689-695.
35. Poehlman ET (1989) A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man. *Med Sci Sports Exerc* 21(5):515-525.
36. Poortmans JR, Dellalieux O (2000) Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 10(1):28-38.
37. Purcell LK (2013) Sport nutrition for young athletes. *Paediatr Child Health* 18(4):200-205.
38. Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S (2009) American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 41(3):709-731.
39. Rodriguez NR, Vislocky LM, Gaine PC (2007) Dietary protein, endurance exercise, and human skeletal-muscle protein turnover. *Curr Opin Clin Metab Care* 10(1):40-45.
40. Roy BD, Tarnopolsky MA (1998) Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *J Appl Physiol* 84(3):890-896.
41. Ruales J, Nair BM (1992) Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods Hum Nutr* 42(1):1-11.

42. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 39(2):377-390.
43. Segal KR, Albu J, Chun A, Edano A, Legaspi B, Pi-Sunyer FX (1992) Independent effects of obesity and insulin resistance on postprandial thermogenesis in men. *J Clin Invest* 89(3):824-833.
44. Simoneau JA, Lortie G, Boulay MR, Marcotte M, Thibault MC, Bouchard C (1985) Human skeletal muscle fiber type alteration with high-intensity intermittent training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 54(3):250-253.
45. Sudi K, Ottl K, Payerl D, Baumgartl P, Tauschmann K, Muller W (2004) Anorexia athletica. *Nutrition* 20(7-8):657-661.
46. Sundgot-Borgen J, Torstveit MK (2004) Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in general population. *Clin J Sport Med* 14(1):25-32.
47. Štalić Z (2011) Proteini i tjelesna aktivnost: količina i kvaliteta. *Kondicijski trening* 9(2):51-60.
48. Tipton KD, Witard OC (2007) Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clin Sports Med* 26(1):17-36.
49. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M (2001) Dietary reference intakes: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *J Am Diet Assoc* 101(3):294-301.
50. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M (2005) Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington (DC):The National Academies Press.
51. Ubeda N, Palacios Gil-Antunano N, Montalvo Zenarruzabeitia Z, Garcia Juan B, Garcia A, Iglesias-Gutierrez E (2010) Food habits and body composition of Spanish elite athletes in combat sports. *Nutr Hosp* 25(3):414-421.
52. Volpe S. Vitamins, minerals nad exercise. (2006) Ur: Dunford M. *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals*. Chicago:American Dietetic Association.
53. Watson TA, MacDonald-Wicks LK, Garg ML (2005) Oxidative stress and antioxidants in athletes undertaking regular exercise training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15(2):131-146.
54. Willis KS, Peterson NJ, Larson-Meyer DE (2008) Should we be concerned about the vitamin D status of athletes? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 18(2):204-224.



55. Woolf K, Manore MM (2006) B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 16(5):453-484.
56. Young VR (1991) Soy protein in relation to human protein and amino acid nutrition. *J Am Diet Assoc* 91(7):828-835.

### **13. Životopis**

Donat Grgurović rođen je u Varaždinu, 3.10.1989. Osnovnu školu također pohađa u Varaždinu. Prvu Gimnaziju Varaždin, opći smjer, upisuje 2004. te završava 2008. s odličnim uspjehom. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2008. godine. Tijekom studija, 2013. godine, sudjeluje u razmjeni studenata, te boravi u Sjedinjenim Američkim Državama. Aktivno govori engleski jezik, a pasivno se služi njemačkim i francuskim. U slobodno vrijeme rekreativno se bavi raznim sportovima, najčešće nogometom. Interesi izvan medicine su putovanja te upoznavanje raznih jezika i kultura.