

HIDROSOLUBILNI VITAMINI I SPORT

Vladmila Bojanić¹, Jelena Radović¹, Zoran Bojanić² i Marko Lazović³

Vitamini su organske supstance neophodne za normalno funkcionisanje ćelija ljudskog organizma i time ljudskog zdravlja. Osobama koje se bave sportom potrebna je optimalna psihofizička spremnost radi postizanja najboljih sportskih rezultata. Potrebe sportista za vitaminima mogu biti veće nego u opštoj populaciji. Takođe, oni uzimaju vitaminske suplemente mnogo češće nego drugi ljudi. Zbog toga je za njih važno da budu upoznati sa ulogama vitamina i njihovim preporučenim nivoima unosa.

Hidrosolubilni vitamini lako se apsorbuju u krv i ekskretuju u urin, te tako veoma malo deponuju u telu. Manje je verovatno da izazovu toksične efekte u poređenju sa liposolubilnim vitaminima, ali se njihova deficijencija može pojaviti mnogo brže. Vitamini grupe B učestvuju u mnogim biohemijskim procesima i posebno su važni za sportiste, jer pomažu prevođenju energije iz hrane u mišićnu energiju. Vitamin C je poznat kao antioksidant koji štiti od slobodnih kiseoničnih radikala. Takođe, on ima i brojne druge uloge u metabolizmu ugljenih hidrata, masti, proteina i minerala.

Sportisti uglavnom uzimaju dovoljne količine vitamina putem ishrane. Vitaminski suplementi obično nisu neophodni i ne pružaju dodatnu korist spremnosti sportista. Međutim, ako se vitaminski suplementi koriste, mora se obratiti pažnja na njihovu gornju granicu unosa. *Acta Medica Medianae* 2011;50(2):68-75.

Ključne reči: hidrosolubilni vitamini, sport, metabolizam, vitamini B grupe, vitamin C, koenzim Q10

Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, Institut za patofiziologiju, Srbija¹
Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, Institut za farmakologiju, Srbija²
Klinika za kardiovaskularne bolesti, Klinički centar Niš, Univerzitet u Nišu, Srbija³

Kontakt: Vladmila Bojanić
Medicinski fakultet u Nišu, Institut za patofiziologiju
Bulevar dr Zorana Đinđića 81, 18000 Niš, Srbija
E-mail: vladmila@medfak.ni.ac.rs

Uvod

Optimalno zdravlje ljudskog organizma zavisi od prisustva vitamina. Vitamini su organska jedinjenja sa biokatalitičkim funkcijama. Oni ulaze u sastav velikog broja enzima i osiguravaju normalno funkcionisanje ćelija. Zajedno sa mineralima čine mikronutrijente, koji funkcionišu zajedno i neophodni su u mnogim biološkim procesima (1, 2).

Ljudski organizam je sposoban da u određenoj meri deponuje gotovo sve vitamine. Hidrosolubilni vitamini se apsorbuju direktno u krv, metabolišu u jetri, ali veoma malo deponuju. Oni se ekskretuju mokraćom, te je manja verovatnoća izazivanja toksičnih efekata u odnosu na liposolubilne vitamine. Liposolubilni vitamini se apsorbuju zajedno sa mastima iz hrane i dospevaju u jetru, gde se većina i deponuje, što olakšava pojavu toksičnih efekata hipervitaminoza. S druge strane, deficit hidrosolubilnih vitamina može nastati mnogo brže, nakon nekoliko nedelja ili meseci (3).

Za ostvarivanje vrhunskih sportskih rezultata potrebna je optimalna psihofizička spremnost osobe. Prema većini istraživanja, potrebe sportista za vitaminima mogu biti veće nego u ostaloj populaciji. Razlog je intenzivni fizički rad koji povećava potrošnju energije i utrošak kiseonika. Potrebe za vitaminima zavise od vrste sporta, intenziteta treninga i opterećenja, kao i uslova spoljašnje sredine (1, 2, 4). Deficit vitamina, iako se retko javlja, može dovesti do pogoršanja treninga i sportskih postignuća. Simptomi i znaci deficijencija su brojni i pored fizičkih, podrazumevaju i moguće psihičke probleme (2).

Poznato je da sportisti koriste vitaminske suplemente više od drugih ljudi. Međutim, većina sportista nije najbolje upoznata sa preporukama o vitaminskom optimalnom unosu, te unosi preveliku količinu. Pojedine kompanije za proizvodnju dijetetskih suplemenata iskoristile su ove činjenice u smislu plasiranja svojih proizvoda, bez razmišljanja o posledicama prekomernog unosa. Međutim, vitamini iz prirodne hrane se mnogo bolje iskorišćavaju od onih iz suplemenata. Hrana sadrži fitohemikalije i stotine antioksidanasa koji najbolju aktivnost pokazuju kada se unose zajedno (1, 3, 5).

Američki Institut za medicinu, Nutricioni odbor Nacionalne akademije nauka, utvrdio je standarde za adekvatan unos svih hranljivih materija. Standardi referentnog dijetetskog unosa (Dietary reference intake - DRI) zasnovani su na vrednovanju procenjenih prosečnih potreba (Estimated average requirements - EAR), preporučenih

dnevni dijetetskih potreba (Recommended dietary allowances - RDAs), adekvatnog unosa (Adequate intake - AI) i podnošljive gornje granice dozvoljenog unosa (Tolerable upper intake levels - ULs) (3, 6). Namirnice koje sadrže određeni vitamin prikazane su u Tabeli 1, dok je vrednost referentnog dijetetskog unosa za određeni vitamin prikazana u Tabeli 2. Čisti vitaminski suplementi su legalni i preporučuju se starijim osobama, vegeterijancima i ženama u reproduktivnom periodu. Nije neophodno uzimati više od 100-150 procenata od dijetetskih preporuka (3, 7).

Nekoliko studija je osporilo postojanje značajnih efekata dugotrajnog uzimanja multivitaminских suplemenata na laboratorijske i specifične testove fizičke sprema (8). Suplementi mogu biti neophodni sportistima koji imaju intenzivne treninge. Pored velike potrošnje energije, kod sportista je povećana i produkcija slobodnih radikala i time potreba za antioksidantnim vitaminima. Naime, reaktivni kiseonični radikali se povećano stvaraju pri snažnom vežbanju i mogu dovesti do oksidativnog oštećenja mišića i kosti (1-3).

Cilj našeg rada bio je razmotriti trenutna saznanja i preporuke o potrebama sportista za hidrosolubilnim vitaminima, kao i pružiti tačne

informacije o neophodnosti upotrebe vitaminskih suplemenata. Značajno je da se sportisti dobro upoznaju sa svojim vitaminskim potrebama radi postizanja optimalne psihofizičke spremnosti, kao i specifičnih zahteva određenih sportova, a bez rizika od toksičnog predoziranja ili nastanka deficita vitamina.

Vitamin B1 (tiamin; aneurin)

Vitamini B grupe učestvuju u velikom broju biohemijskih procesa: ciklusu limunske kiseline, oksidativnoj fosforilaciji, beta oksidaciji masnih kiselina, degradaciji aminokiselina i regulaciji glikolize.

Vitamin B1 se u ljudskom organizmu nalazi slobodan ili kao monofosfat, trifosfat ili aktivna pirofosfatna forma (TPP). Posebno je vezan za energetske metabolizam ugljenih hidrata i amino-kiselina razgranatih lanaca. Zajedno sa ostalim vitaminima B grupe učestvuje u pretvaranju energije iz hrane u mišićnu energiju i toplotu. Potreban je i ćelijama sa bioelektričnom aktivnošću (nervne i mišićne ćelije), pa time i zdravlje kardiovaskularnog, centralnog nervnog sistema, kao i normalnu crevnu funkciju (1, 2, 9).

Tabela 1. Izvori vitamina u hrani

Vitamini	Namirnice koje sadrže dati vitamin
Vitamin B1	Žitarice celog zrna, obogaćene žitarice, leguminoze, kvasac, koštunjavo voće; svinjetina, jetra
Vitamin B2	Sveže mleko i ostali mlečni proizvodi, jaja, jetra, meso; tamnozeleno lisnato povrće, punozrne žitarice, obogaćene žitarice, obogaćene cerealijske, orasi, kvasac, pečurke
Vitamin B3	Namirnice bogate triptofanom: mleko, jaja, živinsko meso; Namirnice bogate niacinom: žitarice celog zrna, obogaćene žitarice, nemasno meso, živinsko meso, riba
Vitamin B4	Holin: meso, punozrne žitarice, žumance, grašak i leguminoze
Vitamin B5	U svim namirnicama sem u obrađenim i rafinisanim: biljna i životinjska vlakna, jetra, bubreg, jaja
Vitamin B6	Namirnice bogate proteinima, jetra, žitarice celog zrna, obogaćene žitarice, jaja, riba, voće i povrće, semenke
Vitamin B7	Žumance, jetra, bubreg, pečurke, tamnozeleno lisnato povrće, paradajz, kvasac
Vitamin B9	Zeleno lisnato povrće, žitarice celog zrna, pomorandže, banane, sočivo, semenke, pšenične klice, jetra
Vitamin B12	Namirnice životinjskog porekla (meso, riba, školjke, živinsko meso, jaja, mleko, sir) i obogaćene žitarice
Vitamin C	Sveže voće (citrusi i koštunjavo voće, jagode, mango) i povrće (paprika, paradajz, krompir, kupus, kelj, zeleno lisnato povrće)

Tabela 2. Referentni dijetetski unos (DRI) i dnevne preporuke sportistima

Vitamin	DRI		Preporuke
	muškarci	žene	
Vitamin B1	1,2 mg	1,1 mg	1,5 - 3 mg, zavisno od ukupnih kalorija (više kalorija više tiamina)
Vitamin B2	1,3 mg	1,1 mg	1,1 mg / 1000 kcal
Vitamin B3	16 mg	14 mg	14 - 20 mg
Vitamin B4	550 mg	425 mg	/
Vitamin B5	5 mg	5 mg	4 - 5 mg
Vitamin B6	1,3 - 1,7 mg	1,3 - 1,5 mg	1,5 - 2 mg
Vitamin B7	30 µg	30 µg	30 µg
Vitamin B9	400 µg	400 µg	400 µg
Vitamin B12	2,4 µg	2,4 µg	2,4 - 2,5 µg
Vitamin C	90 mg	75 mg	200 mg

Namirnice u kojima se najčešće nalazi vitamin B1 navedene su u Tabeli 1. Preporuke dijetetskog unosa tiamina od 1,1 do 1,2 mg dnevno mogu biti nedovoljne za sportiste (Tabela 2). Generalno je potrebno za svakih 1000 kcal uneti oko 0,5 mg tiamina, dok sportisti ponekad unose i više od 3000 kcal dnevno. Zato se njima preporučuje duplo veći unos od uobičajenog, uz gornju granicu unosa od 3mg. Takođe, veći unos ugljenih hidrata zahteva i veću količinu vitamina B1. Namirnice bogate ugljenim hidratima obično su bogate i tiaminom, tako da sportisti koji svakodnevno unose puno ovih namirnica, verovatno unose tiamin u većim količinama od preporučenih (1, 4).

Intenzivan fizički rad povećava potrebu za vitaminom B1. Kada je potrebno, poboljšanje vitaminskog statusa može se postići nakon dužeg vremena unosa, jer jednokratno uzimanje nema efekta. Povećane potrebe postoje kod osoba koje se bave sportovima koji zahtevaju dobru koordinaciju (4).

Zbog svoje uloge u produkciji energije, pretpostavljalo se da deficit tiamina može uzrokovati smanjenu sposobnost izvođenja fizičke aktivnosti, a usled poremećaja metabolizma ugljenih hidrata i akumulacije mlečne kiseline (10). Nekoliko studija je ispitivalo učinak suplementacije vitaminom B1 na fizičku aktivnost. Suzuki i Itokawa (11) su ustanovili da su visoke doze tiamina (100 mg/d) značajno smanjile osećaj malaksalosti nakon kratkotrajnog vežbanja. Takođe, utvrđena je poboljšana neurološka kontrola motornog pokreta u streljaštvu nakon suplementacije. Ipak, suplementacija nije uticala na sportski učinak osoba sa adekvatnim statusom tiamina nakon intenzivnih vežbi (12).

Trenutno ne postoje specifične preporuke vitamina B1 za sportiste. Takođe, kod njih nije zabeležena hipovitaminoza. Hipovitaminoza se javlja kod alkoholičara ili usled niskog kvaliteta ishrane zasnovane na obrađenim i neobogaćenim žitaricama (1)..

Vitamin B2 (riboflavin; laktoflavin)

Vitamin B2 učestvuje u normalnom funkcionisanju ćelija putem svojih koenzima flavin-adenin-dinukleotida i flavin-mononukleotida (1, 2). Kao katalizator redoks reakcija ima esencijalnu ulogu u produkciji energije i metabolizmu glukoze, masnih kiselina, glicerola i aminokiselina. Važan je i u formiranju drugih vitamina i njihovih koenzima (13).

Postoje dokazi da fizička aktivnost povećava potrebu za vitaminom B2, ali ne više od 0,6 mg na 1000 kcal. Prema ovim dokazima, kao i preporuci da se mogu uzimati suplementi riboflavina od 1,6 do 3 mg dnevno, pojedine studije preporučuju sportistima veći unos ovog vitamina (1, 14). Nije zabeleženo da veće količine od preporučenih izazivaju jasne simptome i znake hipervitaminoze. Simptomi nedostatka riboflavina su retki u razvijenim zemljama, osim kod hroni-

čnih alkoholičara, i nisu zabeleženi kod sportista (1, 2).

Ne postoje specifične preporuke o unosu riboflavina kod sportista. Zbog povećanja potrošnje energije i njegove ugradnje u novo mišićno tkivo pretpostavlja se da fizička aktivnost zahteva i veću količinu vitamina. Neki autori ga preporučuju sportistima koji se bave sportovima izdržljivosti (2, 13). Takođe, postoje podaci da potrebe žena koje vežbaju ili su na programima mršavljenja iznose od 0,63 do 1,4 mg na 1000 kcal. Međutim, za sada nema dokaza da se sportski rezultati poboljšavaju većim unosom od RDA (1, 15).

Vitamin B3 (niacin; vitamin PP)

Niacin čine dva jedinjenja: nikotinska kiselina i nikotinamid, oba potrebna za sintezu koenzima nikotinamid adenin dinukleotida i nikotinamid adenin dinukleotid fosfata. Nalaze se u oko 200 enzima, posebno dehidrogenaza (1, 2, 16). Niacin učestvuje u metabolizmu ugljenih hidrata, proteina i masti, u proizvodnji energije i sintezi glikogena. Može se sintetisati u ćelijama ljudskog organizma iz triptofana, kojeg ima u svim visokokvalitetnim proteinskim namirnicama (60 mg triptofana daje 1 mg niacina) (Tabela 1). Većina ljudi zadovoljava definisane preporuke, odnosno 12-14 mg dnevno, ili 6,6 ekvivalenta niacina na 1000 kcal. Ekvivalent niacina odgovara 1mg niacina ili 60 mg dijetetskog triptofana (1).

Nisu zabeleženi slučajevi nedostatka niacina kod sportista. Nedostatak se sreće kod ljudi pogođenih glađu i pri jednoličnoj ishrani žitaricama. Prekomerni unos izaziva trovanje. Prvi znaci toksičnosti niacina su crvenilo i zažarenost kože, dok kasnije može doći do oštećenja jetre i gastrointestinalnih problema. Gornja granica unosa za niacin iznosi 35 mg dnevno i odnosi se na niacin iz suplemenata kao i obogaćene hrane. Ne postoje dokazi da niacin iz prirodne hrane izaziva neželjene efekte (1, 2).

Studije su pokazale da suplementacija niacinom kod sportista dovodi do smanjenja opšte izdržljivosti. Dokazano je da prekomerna količina izaziva redukciju metabolizma masti, blokiranjem oslobađanja slobodnih masnih kiselina iz masnog tkiva, a koje pružaju energiju mišićima tokom vežbanja (9). Ovo stanje dovodi do većeg korišćenja ugljenih hidrata kao izvora energije, a pošto je rezerva glukoze i glikogena u mišićima ograničena, dolazi do ranog iscrpljenja njihovih rezervi i posledično smanjene izdržljivosti (1, 17).

Ne postoje dokazi da se potrebe niacina povećavaju fizičkom aktivnošću (1, 2). Uprkos ovome, pojedini autori preporučuju sportistima unošenje većih doza. Takođe, Internacionalni olimpijski pokret (IOM) preporučuje najmanje 10% povećanja unosa niacina, radi povećanja iskoristljivost energije i fizičke snage sportista koji intenzivno vežbaju, iako ne postoje eksperimentalni dokazi koji bi podržali ove preporuke (4, 18).

Vitamin B4 (holin)

Holin je amin, prisutan u različitim namirnicama i sve prirodne masti ga sadrže, najviše u formi fosfatidilholina, odnosno lecitina. Grupisan je u B grupu vitamina i 1998. godine je klasifikovan kao esencijalni nutrijent od strane IOM (18).

Uključen je u sintezu i otpuštanje acetilholina, čije snižene koncentracije u nervnom sistemu dovode do malaksalosti. Učestvuje u nervnoj kontroli mišićnih pokreta, ima ulogu u održanju strukture membrane ćelija, ubrzava transmembransku signalizaciju i metabolizam lipida i holesterola (18).

Opisano je značajno smanjenje holina u plazmi kod učesnika maratona. Teoretski se suplementacijom ovim vitaminom može prevenirati slabost i malaksalost nastala kod ovih osoba. Ali, nema jasnih nalaza da povećani unos ima pozitivan efekat na ukupne sportske rezultate (2, 3). Zbog uloge u transportu masti od jetre, simptomi deficijencije holina mogu biti akumulacija masti u jetri i njeno oštećenje. Takođe, dijete deficijentne u holinu mogu izazvati oštećenje i apoptozu perifernih limfocita (36). S druge strane, velike doze holina (5-10 g dnevno) udružene su sa ozbiljnim neželjenim efektima: mučnina, dijareja, sniženje krvnog pritiska i nesvestica, povećano znojenje i drugo. Zato je postavljena gornja granica unosa za holin na 3,5 g dnevno (2, 18).

Vitamin B5 (pantotenska kiselina)

Ovaj vitamin predstavlja strukturnu komponentu koenzima A (CoA), koji ima značajnu ulogu u energetskim metaboličkim procesima ugljenih hidrata, masti i proteina. CoA ima funkciju i u sintezi sterola, acetilholina, fosfolipida i porfirinskih prstena hemoglobina i mioglobina. Nedostatak se retko javlja zbog velike zastupljenosti u namirnicama (1, 18).

Efekat pantotenske kiseline na sportski učinak je diskutabilan, jer je u pojedinim studijama nađen pozitivan efekat na sportski učinak (29), kao i studije u kojima nije (30). Suplementi obično sadrže 10 mg pantotenske kiseline, što je dva puta više od DRI, ali bez zabeleženih toksičnih efekata. Prema nekim studijama (22), ova količina je prekomerna i ne preporučuje se. Toksični efekti su moguću pri velikim količinama tako da se mora voditi računa o količini suplemenata. Trenutno ne postoje direktni dokazi o korisnom uticaju pantotenske kiseline na trening, kao ni specifične preporuke za sportiste (1, 2).

Vitamin B6

Vitamin B6 čini grupa jedinjenja: piridoksin, piridoksal, piridoksamin i njihovi 5-fosfat derivati. Piridoksal 5 fosfat (PLP) je metabolički aktivna forma vitamina. Kao koenzim, PLP igra važnu ulogu u metabolizmu aminokiselina i sintezi i katabolizmu proteina. Takođe, neophodan je za razlaganje glikogena u mišićima i glikoneogenezi

(1, 2). Ima funkciju u sintezi serotoninu iz triptofana, neurotransmitera uključenog u relaksaciju mišića. Uključen je u sintezu sfingomijelina, nukleinskih kiselina, hema i niacina. Zbog uloge u sintezi velikog broja proteina može se reći da je neophodan za produkciju proteina mišića, ključnih za uspešnu sportsku aktivnost (2, 16).

Postoji povećana potreba unosa vitamina B6 pri većem unosu proteina. Potrebe odraslih su 0,016 mg/g proteina dnevno. Obično se u namirnicama bogatim proteinima nalazi i dovoljna količina vitamina B6 (Tabela 1). Dodatne potrebe kod sportista su moguće, ako unose prečišćene suplemente proteina (1, 19).

Teoretski se vitamin B6 može povezati sa stepenom uspešnosti u sportu. Naime, svojom ulogom u razlaganju aminokiselina i glikogena u mišićima oslobađa se energija potrebna za mišićni rad (20). Pored toga, vitamin ulazi u sastav enzima koji pretvaraju mlečnu kiselinu u glukozu u jetri, a povezuje se i sa produkcijom hormona rasta, koji može uticati na uvećanje mišićne mase (21). Prema pojedinim istraživanjima, sportisti mogu biti podložni nedostatku vitamina B6 i posledičnom pogoršanju sportskih rezultata (22).

Pojedini proizvođači sportskih suplemenata reklamiraju vitamin B6 kao prirodnu i dozvoljenu supstancu za unapređenje sportskog nastupa. Međutim, većina sportista na balansiranoj ishrani ostvaruje istovremeno i dovoljan unos ovog vitamina. Oni koji bi potencijalno mogli imati probleme obično ne unose adekvatnu količinu hranljivih materija. Tu spadaju osobe koje se bave sportovima za koje je poželjna niska telesna masa. U ovim slučajevima sportisti bi trebalo da unose dovoljno energetskih hranljivih materija umesto suplemente. Veći unos vitamina B6 od potrebnog ne dovodi do poboljšanja sportskih rezultata (1).

Trenutno nema specifičnih preporuka o unosu vitamina B6 za sportiste. Prekomerni unos može biti toksičan, a simptomi su slični simptomima hroničnog nedostatka: periferna neuropatija, ataksija, depresija i konvulzije. Toksični efekti nisu zabeleženi unosom vitamina iz namirnica, ali jesu pri visokim dozama suplemenata. Zato je IOM postavio gornju granicu unosa od 100 mg dnevno (1, 2).

Vitamin B7 (biotin)

Biotin je vitamin koji sadrži sumpor u svojoj strukturi. On gradi koenzim četiri karboksilaze (acetil CoA, piruvat, propionil CoA i b-metilokrotolil-CoA karboksilaze) odgovornih za inicijaciju sinteze masnih kiselina, glukoneogenezi, sintezi glikogena i metabolizmu amino kiselina (18). Takođe, sa magnezijumom i ATP-om, ima značajnu ulogu u metabolizmu ugljen dioksida i glukoneogenezi (1, 2, 22).

Generalno su sve namirnice siromašne ovim vitaminom (Tabela 1). Sintetišu ga bakterije gastrointestinalnog trakta, tako da se nedostatak

retko javlja. Nedostatak je moguć nakon unosa velike količine sirovih belanaca, koja sadrže avidin, a koji vezuje biotin i remeti njegov metabolizam. Nema podataka da su sportisti izloženi nedostatku ovog vitamina, kao ni da postoji veza između biotina i sportskih rezultata. Zato nema preporuka o povećanom unosu u odnosu na DRI (1, 2).

Postoji mogućnost da biotin kroz učesće u metabolizmu energije ima efekta na fizičku aktivnost. Za sada nema istraživanja u vezi sa suplementacijom vitamina i sportskih rezultata, neželjeni efekti su nepoznati, tako da gornja granica unosa nije postavljena (2).

Vitamin B9 (folna kiselina)

Strukturne forme folata su dihidrofolna kiselina i tetrahidrofolna kiselina, biološki aktivni koenzimi folata u telu. Uloga koenzima je u primanju jedne karbonske jedinice, obično stvorene metabolizmom aminokiselina. Glavnu funkciju ovaj vitamin ostvaruje u metabolizmu amino-kiselina i sintezi nukleinskih kiselina (18). Zajedno se vitaminom B12 neophodna je u normalnoj sintezi eritrocita i prevenciji megaloblastne anemije. Neadekvatan status folne kiseline povećava rizik za nastanak kardiovaskularnih bolesti i poremećaj razvoja fetusa (1, 2).

Folna kiselina je široko rasprostranjena u namirnicama (Tabela 1), 85% je bioraspoloživo iz hrane, kao i 50% folata. Preporučeni dijetetski unos izražava se u dijetetskim ekvivalentima folata, na osnovu bioraspoloživosti sintetičke folne kiseline, koja je veća u odnosu na prirodnu. Dijetetski ekvivalent folata odgovara 1µg folata iz namirnica, 0,6 µg folata iz obogaćenih namirnica ili suplementa uz uzimanje hrane ili 0,5 µg suplementa folata na prazan stomak. Poslednjih godina se mnogi zrnasti proizvodi obogaćuju folnom kiselinom, sa 140 µg folata na 100 g namirnice. Rizik od toksičnosti je nizak, ali je ipak postavljena gornja granica na 1000 µg/d iz obogaćene hrane ili suplemenata, nezavisno od folata iz prirodnih namirnica (1, 2, 18).

Rezultati istraživanja su ograničeni i nije pronađena međuzavisnost unosa folne kiseline i sportskih postignuća. Doduše, postoje opravdanja za optimalni unos ovog vitamina kod sportista, to su nastanak trauma u nekim sportovima, odnosno, povećan stepen regeneracije oštećenog tkiva i povećana produkcija eritrocita (1, 2). Ziegler i saradnici (27) su objavili da je 20% klizačica na ledu (n = 18) imalo manje serumske nivoe folata od normalnih. U studiji Mattera i saradnika (28), 33% žena u maratону (n=85) imalo je smanjene koncentracije folata u serumu. Međutim, njihov uspeh se nije promenio nakon suplementacije ovim vitaminom, iako su se hematološki parametri poboljšali.

Ne postoje specifične preporuke za atlete vezane za folat. Iako nema dokaza za poboljšanje sportskih rezultata, sportisti bi trebalo da povećaju unos ovog vitamina zbog prevencije anemije, pre

svoga žene. Preporučuje se dovoljno konzumiranje svežeg voća i povrća, ali ako je to nemoguće, opravdan je unos suplementa prema DRI, odnosno 400µg dnevno (1, 2).

Vitamin B12 čini grupa jedinjenja kobalamina, i to cijanokobalamin, hidroksikobalamin i dva koenzima, adenoilkobalamin i metilkobalamin. Cijanokobalamin i hidroksikobalamin konvertuju se u organizmu čoveka u koenzime, a koriste se i kao vitamin B12 dijetetski suplementi. Kobalamin je potreban u većini ćelijskih funkcija i posebno je važan u sintezi DNK, formiranju eritrocita, metabolizmu folne kiseline i razvoju nervnog sistema. Pored toga, učestvuje u sintezi proteina i metabolizmu lipida koji grade mijelinski omotač (1, 2).

Nalazi se pretežno u životinjskim namirnicama, dok ga u biljnim skoro nema (Tabela 1). Nedostatak kobalamina, kao i nedostatak folne kiseline, dovodi do razvoja megaloblastne anemije. Anemija svakako utiče na sportski uspeh, smanjenjem prenosa kiseonika i aerobne sposobnosti, kao i narušavanjem mišićne koordinacije. Nema podataka o deficitu vitamina B12 kod dobro utreniranih sportista (1, 2, 9).

U studiji triatolna muškaraca i žena (23) 45% žena i 30% muškaraca imalo je unos vitamina B12 manji od preporučene dnevne doze, iako je 40% učesnika uzimalo suplemente ovog vitamina. U studiji Keitha sa saradnicima (24) preko 33% (n=23) utreniranih biciklistkinja uzimalo je manje doze vitamina B12 od preporučenih, ali je samo jedna imala manje serumske vrednosti vitamina od normalnih. Poznati su slučajevi zloupotrebe vitamina B12, u kojima su sportisti ubrizgavali sebi velike doze vitamina neposredno pre takmičenja (do 1g). Ali, nema dokaza da su ove prekomerne doze na bilo koji način poboljšale sportske rezultate (25).

Za sada nema dokaza da suplementacija kobalamina ima efekte na sportski učinak, niti ima preporuka za njegov unos kod sportista. Vegetarijanci su specifična populacija sa povećanim rizikom za hipovitaminozu, te se njima preporučuju suplementi od 1,8 do 2,4 µg vitamina B12 dnevno ili obogaćene namirnice. Suplementacija se preporučuje i starijim atletama, kao i kod loše urođene apsorpcije vitamina (1, 2, 26).

Vitamin C (askorbinska kiselina)

Vitamin C je poznati antioksidans koji štiti od slobodnih kiseoničnih radikala doniranjem elektrona. Ima dokaza da vitamin C regeneriše druge antioksidante (vitamin E) (3). Ima i brojne druge uloge: sinteza neurotransmitera, holesterola i hormona, metabolizam masnih kiselina, formiranje kolagena vezivnog tkiva i cementne supstance. Takođe, metabolizam gvožđa je pod uticajem vitamina C, a čiji nedostatak može izazvati anemiju i malaksalost. Zbog svega toga, optimalan je vitamin C status neophodan sportistima (1, 2, 9).

Najbolji izvori vitamina su sveže voće i povrće (Tabela 1). DRI za vitamin C iznosi 75 do

90 mg dnevno i doze od 100 do 200 mg zadovoljavaju potrebe organizma. Hipovitaminoza vitamina C skoro da više ne postoji (18). S druge strane, toksičnost usled hronično povećanog unosa je moguća, jer sve više ljudi unosi velike količine ovog vitamina (1000 do 2000 mg dnevno). Neželjene reakcije su zabeležene kod doza od preko 3000 mg dnevno (31). Pri velikom unosu može se javiti predispozicija za razvoj kamena u bubregu, stvaranje tolerancije na sam vitamin, glavobolja, tromboza dubokih vena, gastrointestinalni problemi i drugo (1, 4). Neka istraživanja navode još i povećanu apsorpciju i opterećenje gvožđem, smanjenje koncentracija vitamina B12 i bakra u krvi i povećanje zahteva za kiseonikom, ali ovi efekti nisu jasno utvrđeni. Zbog toga je postavljena gornja granica od IOM na 2000 mg dnevno (2, 31).

Vežu između vitamina C i sportskih postignuća ispitivao je veliki broj studija. Efekat na sportski učinak nisu imale doze od 500mg dnevno ili manje, dok je pri neposrednom unosu ove doze pre testiranja zabeleženo poboljšanje u snazi i redukcija maksimalne potrošnje kiseonika, ali bez uticaja na krajnji rezultat (32). Pri istim uslovima tokom 7 dana poboljšanje mišićne snage bilo je приметно, ali se aerobna izdržljivost smanjila. Pri davanju 2000mg, sportski učinak nije pokazivao promene, dok je aerobna sposobnost bila snižena. Zbog svoje uloge u reparaciji kolagenih vlakana, vitamin C poboljšava proces reparacije oštećenih tkiva. Pretpostavlja se da bi sportisti koji treniraju kontaktne sportove imali koristi od neznatno većeg unosa ovog vitamina. Bolovi u mišićima brže prolaze pri umereno većoj dozi vitamina C i drugih antioksidanasa (1, 33).

Ne postoje precizne preporuke za sportiste u vezi sa vitaminom C, iako je najčešće uzimani suplement. Zbog nalaza da pri visokim koncentracijama izaziva probleme sa izdržljivošću, nivo unosa treba biti ispod postavljene gornje granice (1, 2). Smatra se da fizički aktivne osobe imaju adekvatne koncentracije vitamina C u plazmi (9).

Sportisti koji se dovoljno i balansirano hrane, unose puno voća i povrća, pa time i dovoljno ovog vitamina. Nedostatak vitamina je primećen kod rvača, košarkašica i gimnastičarki, što može pogoršati njihove rezultate (34, 35). U slučaju nemogućnosti unosa voća i povrća može se preporučiti suplementacija u granicama DRI.

CoQ10

Koenzim Q10 je lipid sa vitaminskim karakteristikama i ubraja se u antioksidante. Može poboljšati transport kiseonika u mitohondrije srčanih ćelija, te se koristi u tretmanu kardiovaskularnih bolesti. Teoretski, poboljšanje preuzimanja kiseonika u srcu i skeletnim mišićima može poboljšati aerobnu izdržljivost i sportski učinak. Postoji malo studija o efektima suplementacije ovim vitaminom, međutim, u njima nije dokazano poboljšanje učinka sportista u odnosu na ostalu populaciju (3, 37).

Zaključak

Pored brojnih uloga u održanju zdravlja, vitamini su esencijalni za optimalnu psihofizičku spremnost sportista i postizanje najboljih sportskih rezultata. Oni su važni za pravilnu produkciju energije, rad mišića, kao i zaštitu od neželjenih metaboličkih produkata intenzivne fizičke aktivnosti. Sportisti uglavnom unose ishranom dovoljne količine vitamina. Suplementacija obično nije neophodna i najveći broj studija pokazuje da nema dodatnog povoljnog efekta na sportsku spremnost osoba koje nisu deficijente u vitaminima.

Suplementacija vitamina se preporučuje sportistima koji se ne hrane pravilno iz različitih razloga, ili zbog prirode njihovog sporta. U ovim slučajevima, sportisti moraju pažljivo voditi računa o upozorenjima o gornjim granicama unosa vitamina. Zbog svih ovih razloga, najbolji izbor je balansirana dijeta koja pruža adekvatni kalorijski unos i sadrži raznovrsnu hranu bogatu vitaminima i mineralima.

Literatura

1. Benardot D. Vitamini i minerali. U: Benardot D. Napredna sportska ishrana. Beograd: Data Status; 2010 .p.36-54. Serbian.
2. Young-Nam K, Driskell JA. Vitamins. In: Driskell JA, Wolinsky I, editors. Nutritional concerns in recreation, exercise and sport. New York (NY): CRC Press; 2009 .p.91-114.
3. Williams MH. Dietary supplements and sports performance: Introduction and vitamins. J Int Soc Sports Nutr. 2004 ; 1(2):1-6. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Đurašković R, Popović-Ilić T. Poglavlje 16. U: Đurašković R. Sportska medicina. 3-će dopunjeno izdanje. Niš: Centar za izdavačku delatnost Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Nišu; 2009 .p.541-6.
5. Jacobson B, Sobonya C, Ransone J. Nutrition practices and knowledge of college varsity athletes: A follow-up. J Strength Cond Res. 2001 ;15(1):63-8. [[PubMed](#)]
6. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD, editors. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. National Academy Press: Washington, DC; 2006 . p.8.
7. Sharkey BJ, Gaskill SE. Vežbanje i zdravlje. 6. izd. Beograd: Data Status; 2008. Serbian.
8. Singh A, Moses FM, Deuster PA. Chronic multivitamin-mineral supplementation does not enhance physical performance. Med Sci Sports Exerc. 1992 ;24:726-32. [[CrossRef](#)]
9. Driskell JA, Wolinsky I, editors. Sports Nutrition: Vitamins and Trace Elements. Boca Raton (FL): CRC Press; 2006.
10. Manore MM, Woolf K. B-vitamins and exercise: Does exercise alter requirements? Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2006 ;16: 453-84. [[PubMed](#)]
11. Suzuki M, Itokawa Y. Effects of thiamin supplementation on exercise-induced fatigue. Metab Brain Dis. 1996 ;11:95-106. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Donke D, Nickel B. Improvement of fine motoric movement control by elevated dosages of vitamin B1, B6 and B12 in target shooting. Int J Vitam Nutr Res Suppl. 1989 ;30:198-204. [[PubMed](#)]
13. Manore MM. Effect of physical activity on thiamine, riboflavin, and vitamin B-6 requirements. Am J Clin Nutr. 2000 ;72:598S-606S. [[PubMed](#)]
14. Bowtell JL, Marwood S, Bruce M, Constantin-Teodosiu D, Greenhaff PL. Tricarboxylic acid cycle intermediate pool size: functional importance for oxidative metabolism in exercising human skeletal muscle. Sports Med. 2007 ;37(12):1071-88. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Hultman E, Greenhaff PL. Carbohydrate metabolism in exercise. In: Maughan RJ, editor. Nutrition in sport. London: Blackwell Science; 2000 .p.90-91. [[CrossRef](#)]
16. Cropper SS, Smith JL, Groff JL. Advanced Nutrition and Human Metabolism. 4th ed. Belmont (CA): Thomson Wadsworth; 2005 .p.286-91.
17. Newsholme EA, Castell LM. Amino acids, fatigue and immunodepression in exercise. In: Maughan RJ, editor. Nutrition in sport. London: Blackwell Science; 2000 .p.156-8. [[CrossRef](#)]
18. Institute of Medicine (US). Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Washington, DC: National Academy Press: 2000.
19. Hultman E, Nilsson LH. Liver glycogen in man: Effects of different diets and muscular exercise. In: Pernow B, Saltin B. Muscle metabolism during intense exercise. London: Plenum Press; 1971 p.143-51.
20. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S; American Dietetic Association; Dietetians of Canada; American College of Sports Medicine. Position of the American Dietetic Association, Dietetians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. J Am Diet Assoc. 2009 ;109(3):509-27. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
21. Coutts A, Reaburn P, Mummery K, Holmes M. The effect of glycerol hyperhydration on Olympic distance triathlon performance in high ambient temperatures. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2002 ;12(1):105-19.
22. Burke LM, Kens B, Ivy JL. Carbohydrate and fat for training and recovery. J Sports Sci. 2004 ;22:15-30. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Worme JD, Doubt TJ, Singh A, Ryan CJ, Moses FM, Deuster PA. Dietary patterns, gastrointestinal complaints, and nutrition knowledge of recreational triathletes. Am J Clin Nutr. 1990 ;51:690-7. [[PubMed](#)]
24. Keith RE, O'Keefe KA, Alt LA, Young KL. Dietary status of trained female cyclists. J Am Diet Assoc. 1989 ;89:1620-3. [[PubMed](#)]
25. Kern M, Lagomarcino ND, Misell LM, Schuster V. The effect of medium-chain triacylglycerols on the blood lipid profile of male endurance runners. J Nutr Biochem. 2000 May;11(5):288-92. [[CrossRef](#)]
26. Wahlin A, Bäckman L, Hultdin J, Adolfsson R, Nilsson LG. Reference values for serum levels of vitamin B12 and folic acid in a population-based sample of adults between 35 and 80 years of age. Public Health Nutr. 2002 ;5(3):505-11. [[CrossRef](#)]
27. Ziegler P, Sharp T, Hughes V, Evans W, Khoo CS. Nutritional status of teenage female competitive figure skaters. J Am Diet Assoc. 2001 ;101:374-9.
28. Matter M, Stittfall T, Graves J, Myburgh K, Adams B, Jacobs P, et al. The effect of iron and folate therapy on maximal exercise performance in female marathon runners with iron and folate deficiency. Clin Sci. 1987 ;72:415-22. [[PubMed](#)]
29. Litoff D, Scherzer H, Harrison J. Effects of pantothenic acid supplementation on human exercise. Med Sci Sports Exerc. 1985 ;17:287. [[CrossRef](#)]
30. Webster MJ. Physiological and performance responses to supplementation with thiamin and pantothenic acid derivatives. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1998 ;77:486-91. [[CrossRef](#)]
31. Institute of Medicine (US). Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
32. Huffman DM, Altena TS, Mawhinney TP, Thomas TR. Effect on n-3 fatty acids on free tryptophan and exercise fatigue. Eur J Appl Physiol. 2004 ;92(4-5):584-91. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Lenn J, Uhl T, Mattacola C, Boissonneault G, Yates J, Ibrahim W, et al. The effects of fish oil and isoflavones delayed onset muscle soreness. Med Sci Sports Exerc. 2002 ;34(10):1605-13. [[CrossRef](#)]
34. Juzwiak CR, Ancona-Lopez F. Evaluation of nutrition knowledge and dietary recommendations by coaches of adolescent Brazilian athletes. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2004 Apr;14(2):222-35. [[PubMed](#)]
35. Soric M, Misigoj-Durakovic M, Pedisic Z. Dietary intake and body composition of prepubescent female aesthetic athletes. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2008 ;18(3):343-54. [[PubMed](#)]
36. da Costa KA, Niculescu MD, Craciunescu CN, Fischer LM, Zeisel SH. Choline deficiency increases lymphocyte apoptosis and DNA damage in humans. Am J Clin Nutr. 2006 ;84:88-94. [[PubMed](#)]
37. Bonetti A, Solito F, Carmosino G, Bargossi AM, Fiorella PL. Effect of ubidecarenone oral treatment on aerobic power in middle-aged trained subjects. J Sports Med Phys Fitness. 2000 ;40:51-7. [[PubMed](#)]

HYDROSOLUBLE VITAMINS AND SPORT

Vladmila Bojanić, Jelena Radović, Zoran Bojanić and Marko Lazović

Vitamins are organic substances needed for normal cell functioning in the human body, and therefore human health. People who train sports require an optimal psychophysical performance in order to achieve the best sports results. Athletes' needs for vitamins may be higher than in general population, also they are taking vitamin supplements more often than other people. Thus, it is very important for them to be familiar with the vitamins' roles and recommended intake levels.

Hydrosoluble vitamins are easily absorbed into the blood and excreted in urine, and so very little stored in the body. They are less likely to cause toxic effects compared to the liposoluble vitamins, but their deficiency may occur much faster. The B group of vitamins takes part in many biochemical processes, and is especially important for athletes, as these vitamins help conversion of energy from food into the muscle energy. Vitamin C is known as an antioxidant that protects against oxygen free radicals. It has a number of other roles in metabolism of carbohydrates, fats, proteins and minerals.

Athletes are likely to intake sufficient quantities of vitamins through the nutrition. Vitamins' supplements are usually unnecessary and without additional benefits on sports performance. However, if vitamins' supplements are taken, attention must be paid for their tolerable upper intake levels. *Acta Medica Medianae 2011;50(2):68-75.*

Key words: *vitamins, sport, metabolism, B group vitamins, vitamin C, coenzyme Q10*