

# UNOS VITAMINA MEĐU STUDENTIMA NA SVEUČILIŠTU U RIJECI

---

Šupraha, Darija

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:172790>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULET  
PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
SANITARNOG INŽENJERSTVA

Darija Šupraha

UNOS VITAMINA MEĐU STUDENTIMA NA SVEUČILIŠTU U RIJECI

Završni rad

Rijeka, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULET  
PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
SANITARNOG INŽENJERSTVA

Darija Šupraha

UNOS VITAMINA MEĐU STUDENTIMA NA SVEUČILIŠTU U RIJECI

Završni rad

Rijeka, rujan 2020.



Mentor rada: Izv.prof.dr.sc. Sandra Pavičić-Žeželj dipl.sanit.ing.

Završni rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u/na \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, pred povjerenstvom u sastavu:

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

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

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

Rad ima 32 stranice, 1 sliku, 4 tablice, 26 literaturnih navoda.

## **Sažetak**

Vitamini su organske molekule neophodne organizmu za rast, razvoj i održavanje cjelokupnog organizma, a njihov nedovoljan unos je veliki javnozdravstveni problem današnjice. U istraživanju su sudjelovala 1104 studenta sa 4 fakulteta koja pripadaju Sveučilištu u Rijeci. Podaci su dobiveni putem ankete koja se provodila od siječnja do ožujka 2019. godine, a sudjelovanje je bilo dobrovoljno i anonimno. Analiza podataka obavljena je u programu Excel, a korišteni su deskriptivna statistika i t-test. Sudjelovalo je 317 muškaraca i 787 žena, a muškarci su imali veću tjelesnu težinu i visinu nego žene. Dobiveni podaci ukazuju da muškarci unose veće količine vitamina nego žene. Sveukupno, studenti unose više vitamina nego što je to određeno preporukama, a najviše unose vitamin B<sub>1</sub>. Studenti Medicinskog fakulteta unose više vitamina B<sub>6</sub> od studenata ostalih fakulteta.

**Ključne riječi:** studenti, vitamini, prehrana

## **Summary**

Vitamins are organic molecules which are necessary for the growth, development and maintenance the whole organism, and their insufficient intake is a major public health problem today. 1104 students from 4 faculties belonging to the University of Rijeka participated in this research. The data was obtained through a survey conducted from January to March 2019, and participation was voluntary and anonymous. Data analysis was performed in Excel, and descriptive statistics and t-test were used. 317 men and 787 women participated, and men had higher body weight and height than women. The data obtained indicate that men ingest higher amounts of vitamins than women. Overall, students ingest more vitamins than recommended, with vitamin B<sub>1</sub> the most. Medical students take more vitamin B<sub>6</sub> than other students.

**Key words:** students, vitamins, diet

## Sadržaj

1. Uvod i pregled područja istraživanja	1
1.1. Uloga prehrane u očuvanju zdravlja	1
1.2. Vitamini	2
1.3. Vitamin A	5
1.4. Vitamin D	6
1.5. Vitamin E	8
1.6. Vitamini B kompleksa	9
1.7. Vitamin C	16
2. Cilj istraživanja	17
3. Ispitanici i metode	18
3.1. Ispitanici	18
3.2. Metoda	18
3.3. Statistička obrada podataka	19
4. Rezultati	20
5. Rasprava	24
6. Zaključak	28
7. Literatura	29



## 1. Uvod i pregled područja istraživanja

### 1.1. Uloga prehrane u očuvanju zdravlja

Prema definiciji hrane, *hrana je svaka tvar ili proizvod prerađen, djelomično prerađen ili neprerađen, a namijenjen je konzumaciji ili se može opravdano očekivati da će ga ljudi konzumirati*. Hranom se svakodnevno unose ugljikohidrati, masti, bjelančevine, vitamini, minerali i voda, a svi oni u organizmu imaju raznolika i vrlo složena djelovanja. Apsorpcijom u organizmu održavaju homeostazu, te doprinose energetske, potpornim i zaštitnim potrebama, a na taj način utječu na različita fizička i emocionalna stanja. S druge strane, prehrana obuhvaća niz metaboličkih procesa koji se zbivaju od trenutka unosa hrane, pa sve do iskorištavanja u određenom procesu. Nutrijenti obuhvaćaju sve tvari koje se unose u organizam, a iskorištavaju se isključivo u svrhu dobivanja energije. Ugljikohidrati, lipidi i bjelančevine se pretežno iskorištavaju za energetske potrebe, dok se bjelančevine mogu koristiti i za izgradnju stanica i tkiva, a vitamini i minerali za regulacijske i zaštitne funkcije (1). Među nutrijentima još pripada i voda bez koje cjelokupni metabolizam ne bi bio moguć (1,2).

Postoji pet osnovnih smjernica prema kojima se karakterizira pravilno izbalansirana prehrana, a to su: kontroliran energetske unos, koji obuhvaća točan energetske unos ovisno o spolu, dobi, visini i tjelesnoj aktivnosti pojedinca; adekvatnost unosa, što podrazumijeva dovoljan unos za zadovoljavanje svih potreba za energijom; nutritivna gustoća, koja se odnosi na konzumiranje namirnica koje osiguravaju dovoljan unos vitamina i minerala, a imaju malu energetske vrijednost; raznolikost namirnica; te umjerenost u unosu namirnica koje imaju negativan učinak na zdravlje (3).

Danas je osnovni problem u održavanju zdrave prehrane ubrzan način života, pa se često konzumira „brza hrana“ ili se traže alternativna rješenja poput konzervirane hrane i *instant*-obroka. Takva hrana najčešće sadrži visoku energetske vrijednost zbog dodanih ugljikohidrata i prehrambenih masti u svrhu poboljšanja senzornih svojstava, a siromašna je s ostalim nutrijentima (1).

Nepravilna prehrana, u kombinaciji sa sjedilačkim načinom života i čimbenicima rizika, poput pušenja i alkoholizma, postaje sve veći javnozdravstveni problem koji dovodi do

razvoja niza kroničnih nezaraznih bolesti, kao što su kardiovaskularne bolesti, metabolički poremećaji te karcinomi. Osnovne preporuke za očuvanje zdravlja je prehrana koja uključuje što veći unos voća, povrća i žitarica, konzumiranje više ribe i mesa peradi, a manje crvenog mesa, smanjeni unos zasićenih masti, rafiniranih namirnica, te ugljikohidrata, a sol koristiti umjereno. Pored pravilne prehrane, potrebno je povećati tjelesnu aktivnost i izbjegavati pušenje i konzumiranje alkohola (1).

## 1.2. Vitamini

Vitamini su skupine vrlo složenih organskih spojeva, koji su prisutni u namirnicama u tragovima, a ključni su za normalan metabolizam. Vitamini se razlikuju od ugljikohidrata, masti i bjelančevina po svojoj kemijskoj prirodi, a njihova podjela ovisi o kemijskim interakcijama unutar molekule, kao i o interakciji sa ostalim prehranbenim tvarima. Vitamini su u tragovima potrebni za rast, razvoj, zdravlje i reprodukciju. Neki vitamini odstupaju od uobičajenih definicija i ne javljaju se uvijek kao dio prehranbene namirnice, npr. askorbinska kiselina, vitamin D i niacin. Askorbinska kiselina se sintetizira kod životinja, niacin se sintetizira iz aminokiseline triptofana i vitamin D se sintetiziran iz UV zračenja dostupnog iz sunčeve svjetlost. Dakle, određene vrste i određena stanja vitamin D, askorbinske kiseline i niacin se ne uklapaju u definiciju vitamina (4).

Nadalje, što se tiče klasifikacije vitamina prema metaboličkim putovima u organizmu, dijele se na dvije glavne skupine: vitamini topivi u vodi i topivi u mastima. Vitamini B kompleksa i vitamin C su vitamini topivi u vodi, dok su vitamini A, D, E i K topivi u mastima. Iako postoje strukturne razlike u građi unutar skupine vitamina topivih u mastima, oni se apsorbiraju i transportiraju na isti način (4). Apsorpcija započinje u tankom crijevu pomoću micela, lipidnih tvorevina koje su građene od hidrofobne unutrašnjosti i hidrofilnog omotača, a u apsorpciji sudjeluju i žučni sekreti i enzimi gušterače. Vitamini topivi u mastima se ugrađuju u micelle i zajedno s njima se ugrađuju u hilomikrone, te na taj način putuju limfom, bez ulaska u krvotok. Hilomikroni se pomoću mnogobrojnih lipaza hidroliziraju u adipoznom tkivu pri čemu se oslobađaju vitamini i tamo se oni skladište. Zbog načina skladištenja puno duže se zadržavaju u organizmu u usporedbi sa vitaminima topivim u vodi, a oslobađaju se prema potrebi. Također, to je razlog zbog kojeg, u slučaju prevelike količine ili naglog

oslobađanja, mogu imat toksično djelovanje. Vitamini topivi u vodi se također apsorbiraju u tankom crijevu, ali prenose se putem transportnih proteina specifičnih za pojedini vitamin. Oni se ne skladište, već se izlučuju urinom (2). Razgradnja i apsorpcija vitamina topivih u vodi nije povezana sa mastima, već oni sudjeluju u biokemijskim procesima razgradnje ugljikohidrata i masti u svrhu dobivanja energije kao sastavni dijelovi enzima, koezima i katalizatora reakcija (2).

Vitamini su vitalni organski hranjivi sastojci u našem obroku koje iskorištavaju sve stanice našeg tijela za pravilan rast, razvoj, prevenciju bolesti poput poremećaja nastalih zbog nedostatka vitamina, te za poboljšanje efikasnosti imunološkog sustava. Ljudsko tijelo nije u mogućnosti sintetizirati vitamine, stoga je nužan njihov unos hranom (5). Dugotrajni nedostatak vitamina u organizmu može prouzročiti teške bolesti, sa čak i smrtnim ishodom. Manjak određenog vitamina je povezan sa specifičnom bolešću, pa je tako tako manjak vitamina A povezan sa sljepoćom, vitamina B<sub>1</sub> sa beri-beri bolesti, vitamina B<sub>3</sub> sa pelagrom, vitamina B<sub>6</sub> sa anemijom, vitamina C sa skorbutom i vitamin D sa rahitisom (2,4). Vitamini se uzimaju rutinski, zajedno s hranom i potrebni su u pravilnim količinama, tako da budu održive sve zaštitne barijere imunološkog sustava kao što su kožni, stanično posredovani i humoralni imunološki odgovor. Imunološki sustav pomaže u očuvanju aktivnih tkiva organizma od uzročnika koji dovode do bolesti (4).

Bioraspoloživost označava dostupnost vitamina u cirkulaciji krvi, te njihov učinak na naše tijelo. U širem spektru, bioraspoloživost je definirana kao odgovarajuća stopa apsorpcije i unosa različitih hranjivih sastojaka u stanice. Bioraspoloživost vitamina ovisi o dobi, spolu i fiziološkim stanjima, a njihove količine u tijelu većinom su regulirane vrstom prehranbenog unosa i prehranbenih navika. Na opskrbu stanica vitaminom mogu utjecati i lijekovi, čaj ili kofein, pušenje, zloupotreba alkohola, dijetalna vlakna (fitati) itd. (5). Ponekad povećan ili smanje unos jednog vitamina može također utjecati na apsorpciju ostalih vitamina, na primjer, vitamini B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> i B<sub>12</sub> rade zajedno kako bi poboljšali međusobnu apsorpciju. Neki lijekovi poput antibiotika, anti-upalni, histaminski, anti-napadaji smanjuju apsorpciju vitamina B kompleksa i utječu na razine vitamina D i C unutar tjelesnih stanica (2,5). U bolestima poput celijakije i intolerancije na laktozu smanjuju se apsorpcija vitamina, što utječe na probavne procese, a dolazi do nepotpune probava (5).

Nedostatak vitamina potiskuje cjelokupni imunitet utječući na stanice i posredovanje adaptivnog imunološkog odgovora, što dovodi do poremećaja regulacije u ravnoteži imunološkog odgovora s povećanim pobolom, pothranjenošću i smrtnosti. Vitamini A, C i E uglavnom pomažu u poboljšanju funkcije kože kao barijere epitela. S izuzetkom vitamina C, za sve vitamine se tvrdi da su ključni za proizvodnju antitijela. Vitamini su također obavezni i za razvoj urođenog imuniteta i prilagodljivosti imuniteta u tijelu. Većina vitamina poput, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub>, A i D se primjenjuju u našem tijelu za jačanje imunološkog sustava kao odgovor na proizvodnju citokina i T-limfocita. Nedostatak vitamina javlja se češće ili zbog obustave nedovoljnim unosom vitamina ili zbog poremećaja u apsorpciji i korištenju ovih vitamina iz zaliha organizma. Pothranjenost rezultira oslabljenim imunitetom i otuda su ljudi napadnuti kroničnim infekcijama uslijed slabog imunološkog odgovora. Mnoge vrste poremećaja prehrane poput anoreksičnog ili bulimičnog stanja, te prejedanje i problema s gutanjem smanjuju ukupni unos vitamina putem hrane. Sve u svemu, nedovoljan unos i snižen nutritivni status ovih vitamina može dovesti do potisnutog imuniteta, što predisponira infekcije. Dakle, unos odgovarajuće količine svih takvih osnovnih vitamina u našoj svakodnevnoj prehrani može pomoći u održavanju kognitivne snage tijela što vodi k dobrom zdravstvenom stanju (5).

Potreban je adekvatan unos mikronutrijenata, posebno vitamina i smatra se obveznim za zdrav imunološki sustav i njegovu optimalnu funkcionalnost. Imunitet je prirodni obrambeni mehanizam u biološkom sustavu za borbu protiv infekcija, bolesti ili drugih neželjenih bioloških invazija, te autoimunih bolesti. Imunitet pruža zaštitu života kroz tri različite vrste prepreka uključujući, kožno-epitelnu barijeru, stanični odgovor (T limfociti i citokini) i humoralni imunološki odgovor (antitijela). Vitamine najčešće možemo dobiti iz plodova poput citrusa, povrća, graha, leće, integralnih žitarica i obogaćene mliječne hrane (5).

### 1.3. Vitamin A

Vitamin A pripada u skupinu vitamina topivih u mastima i neophodan je mikronutrijent za normalnu funkciju organa u procesu vida, rast i diferencijaciju tkiva, te za pravilnost rada imunološkog i reproduktivnog sustava (6). Naziv „vitamin A“ se zapravo koristi za skupinu lipolitičkih biomolekula neophodnih za metaboličke funkcije, pa tako vitamin A u organizmu postoji u 3 aktivna oblika: retinal (aldehidni oblik), retinol (alkoholni oblik) i retinska kiselina (oksidirani oblik retinola). Retinal je metabolit koji ima sposobnost upijanja svjetla i zadužena je za proces vida. Retinska kiselina je aktivni izomer retinola i ima djelovanje slično hormonima, a najveću funkciju obavlja u procesima obnove epitelnih stanica (6,7). Putem hrane, čovjek unosi dva oblika vitamina A, i to: provitamin A, putem hrane biljnog podrijetla, a zastupljen je u mrkvi, špinatu, kukuruzu i krumpiru, te prekursor vitamina A iz hrane životinjskog podrijetla, kao što su jetra životinje, mlijeko, riblje ulje i jaja (7).

Karotenoidi su pigmenti odgovorni za crvenu, žutu i narančastu boju namirnica, a široko su rasprostranjeni u voću, korijenu, morskim algama, beskralješnjacima, ribama, pticama, bakterijama, gljivama. Takve molekule djeluju kao pomoć fotosinteze i za fotozaštitu njihovih domaćina, a zajedno se još nazivaju provitamin A. Najbolji izvor vitamina A za metaboličku pretvorbu u hrani biljnog podrijetla je  $\beta$ -karoten, žuto-narančasti pigment, koji je donor dvije retilne skupine, no zastupljeni su također i  $\alpha$  i  $\gamma$ -karoten, međutim, oni su donori po jedne retilne skupine, te nemaju dovoljno dobru iskoristivost kao i  $\beta$ -karoten. Zbog svoje antioksidacijske sposobnosti,  $\beta$ -karoten se smatra zaštitnikom od sunca za sprečavanje mutacija u DNA epitelnih stanica i izgaranja kože, a mora se konzumirati do nekoliko tjedana kako bi se stvorila dovoljna koncentracija za zaštitu kože.  $\beta$ -karoten se često dodaje u sok od mrkve ili se primjenjuje u genetskim modifikacijama hrane kako bi se kod biljaka povećala biosinteza karotenoida, npr. kod zlatne riže, rajčice, krumpira, kukuruza i slatkog krumpira (8). Vitamin A iz hrane životinjskog podrijetla se puno bolje apsorbira iz tankog crijeva jer je potrebno manje reakcija za njegovo prevođenje u aktivan oblik (7). Biokemijski, vitamin A je sastavni dio pigmenta vida, a omogućava vid pri smanjenom intenzitetu svjetla. U mrežnici, retinol se oksidira u retinal, koji u reakciji sa proteinom opsinom daje rodopsin. Rodopsin je pigment osjetljiv na svjetlo i nalazi se u mrežnici, te pomaže kod noćnog vida. Prema tome, noćno slijepilo je prvi od simptoma manjka vitamina A u organizmu. Osim toga, retinol

pomaže i u održavanju stjenke mrežnice, te prevenira nastanku raka mrežnice. Vitamin A potpomaže održavanju imunološkog sustava i borbi protiv infekcija. Njegov najvažniji učinak u imunološkom sustavu jest da olakšava tijek bolesti kod bolovanja od malarije i ospica. Vitamin A sudjeluje u očuvanju kožne barijere kao prvog obrambenog mehanizma tako što podržava čvrstoću membrana svojom ugradnjom u njih. Pored toga, važan je i za očuvanje sluznica, posebno prednjeg dijela oka i sluznice probavnog i respiratornog trakta. Također, vitamin A održava integritet i normalno funkcioniranje sustava žlijezda i epitelnog tkiva. Podržava rast kostiju i djeluje kao anti-infektivno sredstvo. Općenito, retinil acetat i retinil palmitat koriste se u različitim prehrambenim proizvodima kao dodaci protiv nedostatka vitamina A. Svake godine manjak vitamina A u zemljama u razvoju je definiran kao ozbiljan prehrambeni poremećaj.

Manjak vitamina A svjetski je prehrambeni problem, posebno kod trudnica i dojilja, dojenčadi i djece (6). Manjak vitamina A uzrokuje folikularnu hiperkeratozu (razvoj keratinskih čepova u folikulima kose, kao što se vidi kod skorbusa) i kserophthalmije (suhoca rožnice) koja može napredovati do čira na rožnici rezultirati sljepoćom. Moguća je i toksičnost vitamina A u obliku hipervitaminoze A, te se obično pojavljuje nakon prekomjernog unosa vitamina A kod liječenja akni. Znakovi hipervitaminoze uključuju artralgijske bolove (bol u zglobovima), umor, noćno znojenje i glavobolje zbog benigne intrakranijalne hipertenzije. Različite strategije poput obogaćivanja hrane, utvrđivanje i nadopuna vitaminom A korisni su u borbi protiv avitaminoze A (7). Referentni dnevni unos vitamina A u odrasloj dobi za muškarce iznosi 570 µg/dan, a za žene 490 µg/dan (9).

#### 1.4. Vitamin D

Vitamin D je prohormon topiv u lipidima koji je od vitalnog značaja za održavanje zdravlja kostiju i mišića, kao i metabolizma kalcija i fosfata. Pored izvora iz hrane kao što su riba, jaja, obogaćeno mlijeko zajedno sa uljem i jetrom bakalara, ljudsko tijelo koristi ultraljubičasto B zračenje od sunčeve svjetlosti za sintezu određene količine vitamina D (10). Postoje dva oblika vitamina D: vitamin D<sub>2</sub>, nazvan još i ergokalciferol i vitamin D<sub>3</sub>, kolekalciferol. Vitamin D<sub>3</sub> se unosi putem hrane životinjskog podrijetla, a koža ga sintetizira i nakon izlaganja suncu, dok je vitamin D<sub>2</sub> sintetički oblik koji se često nalazi u obogaćenoj

hrani i suplementima (11). Smatra se da je primarna uloga vitamina D povećati apsorpciju kalcija iz crijeva, održavati njegovu homeostazu, te je prema tome nužan za zdravlje skeleta (mineralizaciju kostiju). Pored održavanja kostiju, vitamin D je globalni regulator ekspresije gena i transdukcije signala u gotovo svim tkivima (10). U epitelu, vitamin D, vezanjem na receptore za vitamin D, doprinosi diferencijaciji fenotipa i promiče putove koji brane stanice od endogenih i egzogenih stresora. Pored toga, kontrolira lučenje paratiroidnog hormona u odgovarajućim količinama. Sinteza vitamina D započinje oksidacijom kolesterola do 7-dehidrohoterola (7-DHC). 7-DHC se tada transportira na kožu i pohranjuju se u stanične membrane keratinocita i fibroblasta. U koži, 7-DHC fotolizira ultraljubičasto B zračenje valne duljine 280–320 nm, pri čemu nastaje previtamin D, koji se pretvara u biološki aktivan vitamin D (10, 11). Sinteza u koži koji ovisi o nekoliko čimbenika. Osim kod tamnije pigmentirane kože, proizvodnja vitamina D<sub>3</sub> može se smanjiti iz mnogih drugih razloga, poput jakog onečišćenja zraka, manje aktivnosti na otvorenom kao posljedica nezdravog životnog stila, nepokretnosti starije populacije, primjene kreme za sunčanje s visokim faktorom zaštite od sunca ili kulturni kodeksi oblačenja. Stoga prehrambeni unos vitamina D putem hrane ili dodataka ima vitalnu ulogu za održavanje optimalne razine vitamina D. Kako bi vitamin D unesen putem hrane postao biološki aktivan, on se mora podvrgnuti reakcijama u bubregu i jetri. Vitamin D prenosi se u jetru vezanjem za transportne proteine (10).

Nedostatak vitamina D je povezan sa brojnim zdravstvenim rizicima, uključujući rizik od rahitisa u djece ili osteoporoze u odraslih, povećanim rizikom od prijeloma pri padu, autoimunih bolesti, dijabetesa tipa I i II, hipertenzije i srčanih bolest i drugih bolesti poput multipla skleroze. Skupina visokog rizika za nedostatak vitamina D uključuje pojedince koji izbjegavaju izlaganje suncu, žive na visokim geografskim širinama, imaju tamno pigmentiranu kožu ili su pretili. Vitamin D kontrolira neke od važnih hormona, pa tako u njegovom nedostatku dolazi do povećanja razine paratiroidnog hormona, koji povećava potrošnju kalcija iz kostiju, te pogoduje nastanku osteoporoze. Vitamin D se postepeno troši sa starenjem, pa se preporučeni dnevni unosi razlikuju ovisno o dobi, spolu i fiziološkim stanjima. U prevelikim količinama može imati toksično djelovanje, a prvi simptom je hiperkalcijemija. Ukoliko se ne ograniči unos vitamina D, dolazi do slabosti, poliurije te u konačnici do zatajenja ili kronične bolesti bubrega (10). Referentni dnevni unos za odrasle osobe oba spola iznosi 15 µg/dan (9).

## 1.5. Vitamin E

Vitamin E je kolektivni termin za nekoliko organskih spojeva topivih u mastima sa velikim antioksidacijskim djelovanjem. Vitamin E prisutan je u hrani koja sadrži određeni postotak masti, a u organizmu se skladišti u adipoznom tkivu, tako da nije potreban svakodnevni unos. Grupa vitamina E (tj. kroman-6-oli), kolektivno nazvani tokokromanoli, uključuje sve derivate tokotrienola koji kvalitativno pokazuju biološku aktivnost d- $\alpha$ -tokoferola. Postoji osam prirodno prisutnih oblika vitamin E:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - i  $\delta$ - klase tokoferola i tokotrienola, koje se sintetiziraju u biljkama iz homogene kiseline.  $\alpha$ -i  $\gamma$ -tokoferoli su dva najčešća oblika vitamina E. Najbogatiji prehrambeni izvori vitamina E su jestiva biljna ulja koja sadrže sve različite homologe u različitim omjerima. Oblik  $\alpha$ -tokoferola se akumulira u ne-jetrenim tkivima, posebno na mjestima gdje je proizvodnja slobodnih radikala najveća, kao što je to u membranama mitohondrija i endoplazmatskog retikuluma u srcu i plućima. Vitamin E nalazi se u raznim namirnicama i uljima. Orašasti plodovi, sjemenke i biljna ulja sadrže velike količine  $\alpha$ -tokoferol, a također su značajne količine dostupne u zelenom lisnatom povrću i obogaćenim žitaricama. Nije poznata toksičnost vitamina E unesenog putem hrane, ali je ona moguća kod korištenja suplemenata u prevelikim količinama (12). Vitamin E uvelike ovisi o vitaminu C, vitaminu B<sub>3</sub>, selenu i glutationu. Prehrana bogata vitaminom E ne može imati potpuni optimalan učinak ako se ne unose i ostale pomoćne tvari. Vitamin E je snažan antioksidans koji razbija lanac proizvodnje reaktivnih kisikovih vrsta, koje imaju nesparene elektrone u vanjskoj ljusci i veliku sposobnost okidacije ostalih tvari, poput vodikovog peroksida, koji nastaje kada se masti podvrgavaju oksidaciji i za vrijeme širenja slobodnih radikala u okolna tkiva. U stanici je vitamin E smješten u samim staničnim membranama i membranama organela, pa pokazuje najjači učinak, a prvi djeluje u obrani od peroksida nastalih oksidacijom lipida. Do sada je dokazano da vitamin E potiče obrambene sposobnosti organizma, pojačava humoralni imunološki odgovor stanica i poboljšava fagocitne funkcije. Ima izražen učinak kod zaraznih bolesti u koje je uključena imunološka fagocitoza. Vitamin E također posjeduje antikancerogena svojstva. Manjak vitamina E prilično je rijedak kod ljudi. Simptomi nedostatka vitamina E uključuju mišićnu slabost, probleme sa vidom, promjene imunološkog sustava, ukočenost mišića, poteškoće u hodu, drhtanje i loše održavanje ravnoteže. Osim ovih simptoma, manjak može dovesti i do



neuromuskularnih problema, kao što su spinocerebelarna ataksija i razne miopatije, disartrijska, odsutnost dubokih tetivnih refleksa, te gubitak refleksa. Manjak vitamina E također može izazvati anemiju zbog oksidativnog oštećenja crvenih krvnih stanica, retinopatiju i slabljenje imunološkog odgovora. Vitamin E nalazi se u raznim namirnicama i uljima. Orašasti plodovi, sjemenke i biljna ulja sadrže velike količine  $\alpha$ -tokoferola, a značajne količine dostupne su i u zelenom lisnatom povrću i obogaćenim žitaricama (12). Referentni dnevni unos  $\alpha$ -tokoferola za muškarce iznosi 13 mg/dan, a za žene 11 mg/dan (9).

## 1.6. Vitamini B kompleksa

### *Vitamin B<sub>1</sub>*

Vitamin B<sub>1</sub> (tiamin) je važan prehrambeni faktor, a njegov manjak pogoduje razvoju kardiovaskularnih i neuroloških poremećaja, poput bolesti beriberi i Wernicke-Korsakoffe encefalopatije. U većini organizama vitamin B<sub>1</sub> postoji u slobodnom (nefosforiliranom) obliku kao i u obliku trifosfatnih estera: tiamin monofosfata, tiamin difosfata i tiamin trifosfat (13). Tiamin je kritičan za aktivnost četiri ključna enzima u staničnom metabolizmu: piruvat dehidrogenaze i  $\alpha$ -ketoglutaratedehidrogenaze u ciklusu limunske kiseline, transketolaze, unutar pentoza-fosfatnog puta i kao dio enzimatskog kompleksa  $\alpha$ -ketodehidrogenaze uključenog u katabolizam aminokiselina. Strukturno, tiamin je sastavljen od tiazola i pirimidinskog prstena spojenih metilenskim mostom. Sukladno tome, ovaj vitamin je središnji u stvaranju energije i njegov nedostatak može teško i trajno narušiti metabolizam. Manjak vitamina B<sub>1</sub> može ozbiljno utjecati na živčani i probavni sustav, te srce. Mozak je organ koji je energetske najzahtjevniji i manjak vitamina B<sub>1</sub> rezultira ozbiljnim oštećenjima kao npr. Parkinsonova i Alzheimerova bolest (14). Razvoj i cjelovitost strukture moždanih stanica ovise o vitaminu B<sub>1</sub>. U slučaju oboljevanja od dijabetesa, gastrointestinalnih bolesti, te zatajenja srca kod ljudi starije životne dobi, veći je rizik manjka vitamina B<sub>1</sub> zbog lošije apsorpcije (14). Alkohol je najjači inhibitor vitamina B<sub>1</sub>, pa je skupina ovisnika o alkoholu najpodložnija njegovom deficitu. Zato su dijabetes, zatajenje srca, Alzheimerova bolest, beriberi, Wernickeova encefalopatija, zatajenje jetre, alkoholizam, plućna hipertenzija i HIV / AIDS te bolesti koji su ili uzrok ili učinak nedostatka vitamina B<sub>1</sub> (15). Što se tiče unosa, tiamin je termolabilan, te se njegov postotak u namirnici gubi dužom termičkom obradom.

Konзумiranje napitaka od agruma povećava njegovu bioraspoloživost i apsorpciju jer sadrže limunsku i askorbinsku kiselinu, dok napitci poput kave i čaja, gdje se dodaje tiamin u svrhu stvaranja funkcionalne hrane, potpomažu u njegovom lakšem svakodnevnom unosu (14, 15). Na apsorpciju tiamina u tankom crijevu uvelike ovisi pH medija, pa je tako ona otežana u alkalnom mediju. Apсорpcija može biti aktivna ili pasivna, ovisno o količini tiamina, pa tako kod velike količini tiamina ona je pasivna, a kod male količine je aktivna. Alkohol inhibira aktivni transport za čak 50% (15). Referentni dnevni unos za odrasle osobe oba spola iznosi 0,072 mg/dan (9). Prehrambeni izvori tiamina su šparoge, sjemenke suncokreta, zeleni grašak, laneno sjeme, repa, zelje, špinat, kupus, patlidžan, zelena salata, gljive, crni grah, ječam, sušeni grašak, leća, zob, sezamovo sjeme, kikiriki, slatki krumpir, tofu, tunjevina, ananas, naranče, brokula, zeleni grah, luk i sušene obogaćene žitarice (15).

### *Vitamin B<sub>2</sub>*

Riboflavin je vitamin topiv u vodi i član porodice B vitamina. Dobra prehrana i dodatni unos riboflavina ima zaštitni učinak na različita medicinska stanja kao što su sepsa, ishemija itd., ali također doprinosi smanjenju rizika od nekih oblika tumora. Biološki učinci riboflavina široko su proučavani zbog njihova antioksidativnog učinka, učinka protiv starenja, protuupalnog djelovanja, te antikancerogenih svojstva. Štoviše, kombinacija riboflavina i drugih spojeva ili lijekova može imati širok raspon učinaka i zaštitnih svojstava te umanjiti toksični učinak lijekova u nekoliko tretmana. Riboflavin je prvi put dokumentiran 1879. godine kao žuti pigment koji se nalazi u mlijeku. Kuhanjem se ne gubi razina riboflavina (termostabilan je), međutim izlaganjem svjetlosti se fotolizira (16). Riboflavin se može pronaći u raznovrsnoj hrani i prirodnim izvorima, posebno u mlijeku, telećoj jetri, jajetu, ribi, orasima, određenom voću i mahunarkama, divljoj riži, gljivama, tamnozelenom lisnatom povrću, kvascu, siru i prehrambeni proizvodima dodan kao konzervans. Apсорpcija riboflavina je ograničena i stoga je potreban svakodnevni unos, kako bi se izbjegla ariboflavinoza koju karakterizira heilitis (upala usne), upaljeni jezik i ljuskavi osip. Velike doze riboflavina ne mogu uzrokovati toksičnost, jer se pri većim unosima izlučuje u urinu i ne skladišti se u organizmu. U organizmu je prisutan kao je fosforilirani unutarstanični flavin mononukleotid (FMN) i dalje se metabolizira u flavin adenin dinukleotid (FAD). I FMN i FAD

igraju ključnu ulogu kao kofaktori u energetske metabolizmu u brojnim oksidacijskim i redukcijskim reakcijama u svim aerobnim oblicima života. Oksidativni stres igra presudnu funkcionalnu ulogu u patogenezi različitih stanja koja uključuju ishemijsko-reperfuzijsku ozljedu, dijabetes i anginu pectoris. Oksidativni stres je ključni učinak starenja i degenerativnih bolesti zajedno sa starenjem. Koncentracije drugih antioksidativnih enzima - poput superoksid dismutaze, katalaze i glutation peroksidaza - također je pod utjecajem koncentracije riboflavina. Riboflavin ima važnu ulogu u antioksidacijskom status unutar staničnih sustava, kao i što je dio glutation-reduktaze i sustav ksantin oksidaze. Riboflavin u obliku FAD-a je potreban da uz enzim glutation-reduktazu pretvori oksidirani glutation (GSSG) do reduciranog glutation-a (GSH). Kao fotosenzibilizator, riboflavin inducira oksidativna oštećenja tkiva izloženog svjetlu degradacijom proteina, nezasićenih lipida, folata, tiamina i drugi vitamini (16). Budući da riboflavin djeluje kao fotosenzibilizator, može se koristiti s ultraljubičastim zračenjem dugog vala kako bi se inaktivirali mnogi patogeni poput virusa HIV, *Pseudorabies* virusa, virusa Zapadnog Nila, parvovirusa, *E.coli* i leišmanijskih protozoa. Biotehnološka primjena koristi riboflavin za fermentiranu funkcionalnu hranu obogaćenu riboflavinom. Mliječne kiseline mogu sintetizirati ili iskoristiti riboflavin tijekom fermentacije hrane. *L. lactis* se koristi za proizvodnju obogaćenog fermentiranog mlijeka, *L. plantarum* koristi se je za proizvodnju obogaćenog fermentiranog kruha sa kiselim tijestom, obogaćenog sojino mlijeka i hrane na bazi zobi, a *P. freudenreichii* dovode do povećanja sadržaja riboflavina u jogurtu (16). Referentni dnevni unosa za odrasle oba spola iznosi 1,6 mg/dan (9).

### *Vitamin B<sub>3</sub>*

Niacin, također poznat kao vitamin B<sub>3</sub> i nikotinska kiselina je u vodi topljivi vitamin B-kompleksa. Ovaj vitamin je generički oblik dvaju vitamina: niacina i niacinamida. Vitamin se dobiva iz prehrane u obliku nikotinske kiseline, nikotinamida i triptofana, koji se transformiraju u nikotinamid adeninski dinukleotide, NAD i NADP. Ovi spojevi sudjeluju u reakcijama oksidacije i redukcije u stanici koje su kritične za proizvodnja energije (17). Referentni dnevni unos za odrasle osobe je 1,6 mg/dan za muškarce i za žene (9). Niacin u zrelih žitaricama, posebno u kukuruzu, uvelike je vezan, pa je slabo dostupni za apsorpciju u

organizmu. U tu svrhu se primjenjuje alkalna obrada zrna, čime se povećava postotak apsorpcije. Meso i riba imaju malo slobodnog oblika niacina i niacinamida, ali sadrže visoku razinu NAD i NADP, koji su dostupni u obliku niacinamida nakon probave. Niacin utječe na lipide, pa tako povećava udio kolesterola visoke gustoće (koji se još naziva i „dobar“ kolesterol), ali smanjuje udio kolesterola niske gustoće („loš“ kolesterol), VLDL kolesterola i triacilglicerola, no njegova primjena u kliničkim slučajevima nije česta zbog brojnih nuspojava (17). Subklinički nedostatak niacina još je uvijek prisutan u zemljama u razvoju i javlja se ponajviše kod pacijenata s karcinomom, alkoholičara i anoreksije nervoze. U nedostatku niacina se razvija poremećaj pelagra, a karakterizira se dijarejom, dermatitisom, demencijom i, ukoliko se ne liječi, smrću. Klinički izrazi pelagre su različite. Dijagnoza je bila i još uvijek je teška zbog nepredvidivog izgleda različitih znakova i simptoma u pojedinačni pacijenti. Pelagra se može podijeliti na primarnu i sekundarnu. Primarna pelagra rezultat je neodgovarajućeg niacina i/ili triptofan u prehrani. Sekundarna pelagra pojavljuje se kod drugih bolesti kao rezultat smanjene apsorpcije niacina (17). Potreba za preformiranim niacinom obično je niža kod višeg unosa triptofana, dok je zahtjev za preformiranim niacinom povećan kod unosa čimbenika koji smanjuju tvorbu triptofana u niacin. Ti čimbenici uključuju nedovoljan unos željeza, riboflavina ili vitamina B<sub>6</sub>, a oni sudjeluju u pretvorbi triptofana u niacin (2,17). Na potrebe niacina utječu i bolesti ili stanja koja ometaj apsorpciju niacina i/ili preradu triptofana u niacin, kao što je produljena dijareja, kronično liječenje dijalizom, kronični kolitis (posebno ulcerozni kolitis), ciroza jetre, tuberkuloza, oštećenje gastrointestinalnog trakta, maligni tumori, kronični alkoholizam (17).

### *Vitamin B<sub>6</sub>*

Vitamin B<sub>6</sub> ili piridoksin, je vrlo važan spoj za opći stanični metabolizam, a kao kofaktor je uključen u više od 140 biokemijskih reakcija u stanici. Iako je većina vitamina B<sub>6</sub> ko-kataliziranih reakcija vezana za biosintezu aminokiselina i reakcije katabolizma, vitamin B<sub>6</sub> također pridonosi biosintezi masnih kiselina, razgradnji određenih skladišnih spojeva u životinjama i biljkama, kao i u biosintezi biljnih hormona, neurotransmitera i spojeva specifičnih za organele, kao što je klorofil. Zbog svoje uloge u uklanjanju ROS-a i sinteza klorofila, vitamin B<sub>6</sub> je koristan za fotosintezu i raspravlja se kao mogući faktor za

ublažavanje abiotskog i biotskog stresa u ljudi (18). Epidemiološke ankete utvrdile su da veći unos hrane koja sadrži visoke količine vitamina B<sub>6</sub> korelira s boljim mentalnim zdravljem. To se može povezati s činjenicom da je vitamin B<sub>6</sub> potreban kao dio kofaktora za biosintezu najmanje tri važna neurotransmitera: epinefrin (poznat i kao adrenalin), dopamin (dihidroksifenetilamin) i serotonin. Referentni dnevni unosi za muškarce iznose 1,5 mg/dan za, a 1,6 mg/dan za žene (9). Krumpir predstavlja najpogodniji izvor ovog vitamina, a također se koristi kao prehrambena namirnica u čitavom svijetu, pa nedostatak vitamina B<sub>6</sub> nije vrlo čest. Ostali bogati izvori uključuju banane, orašaste plodove, meso i jaja. Vitamin B<sub>6</sub> je otporan na toplinu, pa se ne gubi u termičkim pripremanjima hrane (18). Usprkos tome, nedostaci mogu nastati zbog visokog i učestalog konzumiranja alkohola i određenih antiepileptičkih lijekova, te teških bubrežnih obolijevanja. Također, može doći do nedostatka vitamina B<sub>6</sub> kod nekih sindroma malapsorpcije, poput Crohnove bolesti, ulceroznog kolitisa ili celijakije, a određeni genetski poremećaji poput homocistinurije mogu uzrokovati nedostatak vitamina B<sub>6</sub>. Ukoliko se pojavi nedostatak, često je povezan s dermatitisom, mikrocitnom anemijom ili elektroencefalografskim nepravilnostima. Ponekad kod slabljenja imunosti zbog nedostatka ovog vitamina zabilježeni su i konvulzivni napadaji, depresija i zbunjenost (2, 18).

### *Vitamin B<sub>12</sub>*

Vitamin B<sub>12</sub>, poznat i kao kobalamin, jedan je od osam vitamina skupine B i njegova je uloga u staničnom metabolizmu usko povezana s folatima i drugim B vitaminima, a njegova najznačajnija uloga je u sprečavanju teške bolesti poznate kao perniciozne anemije. Učinci nedostatka B<sub>12</sub> uglavnom se uočavaju u promjenama u krvnoj slici i izraženim simptomima zahvaćenosti središnjeg živčanog sustava (19).

Ovaj vitamin je kofaktor u dvije reakcije i to za regeneraciju metionina, koji je neophodan za metilaciju i sintezu DNA, iz homocisteina, te izomerizaciju metilmalonske kiseline, organske kiseline sa neurotoksičnim svojstvima, u sukcinil-CoA, koji ulazi u ciklus limunske kiseline u svrhu stvaranja energije. Klasične manifestacije manjka vitamina B<sub>12</sub> prvo su identificirane u pernicioznoj anemiji, a danas se još uočavaju i stanja poput senzornih i motoričkih poremećaja (osobito kod donjih ekstremiteti), ataksije, te kognitivnog pada, što

vodi do demencije i psihičkih poremećaja (19). Mikroorganizmi (pretežito bakterije) su krajnji proizvođači vitamina B<sub>12</sub> u prirodi i, u konvencionalnim slučajevima prehrane, vitamin B<sub>12</sub> je dostupan isključivo iz hrane životinjskog podrijetla, poput mesa, jetre, ribe, jaja i mliječnih proizvoda. Mali unos hrane životinjskog podrijetla može biti nehotačan zbog ograničene pristupačnosti u opskrbi hranom ili dobrovoljno, zbog kulturnih, religioznih ili osobnih ograničenja (20). Dnevni zahtjev za vitaminom B<sub>12</sub> od 4 µg lako se zadovoljavaju kod prehrane sa velikim količinama hrane životinjskog podrijetla, ali ne i kod vegeterijanaca i vegana, te je njima obavezna suplementacija (9, 20). Vitamin B<sub>12</sub> sudjeluje u prijenosu metilnih skupina u stvaranju nukleinskih kiselina, purina i pirimidinskih intermedijara zajedno s folnom kiselinom, kolinom i metioninom. Također, vitamin B<sub>12</sub> igra ulogu u stvaranju mijelinskih ovojnica prijenosom metilne skupine. Bioraspoloživost je dijelom povezana sa potreba za oslobađanjem B<sub>12</sub> od njegovih proteinskih nosača u hrani, a faktori koji utječu na bioraspoloživost ovise o dobi, spolu, fiziološkim stanjima i mikrobnoj flori gastrointerstinalnog trakta (19, 20).

### *Folat*

Folat, često nazvan i vitaminom B<sub>9</sub>, je spoj topiv u vodi, a prisutan u mahunarkama, zelenom lisnatom povrću, poput listova špinata i repe, te u određenim vrstama citrusa. Naziv „folat“ se koristi isključivo za biološki aktivne oblike folne kiseline: dihidrofolat, tetrahidrofolat i njihovi derivati. Folna kiselina se razlikuje od folata po tome što sadrži dodatne glutamatne ostatke (21). Kemijska nestabilnost folata koji se javljaju u prirodi rezultira značajnim gubitkom njihove biološke aktivnosti tijekom skladištenja, obrade i pripreme namirnica, dok folna kiselina zadržava sva svoja svojstva mjesecima i/ili godinama, ovisno o ostalim tvarima u namirnici, pa se često koristi u suplementaciji i obogaćenju hrane. Bioraspoloživost folne kiseline je otprilike 70% veća od bioraspoloživosti folata koji se u tom obliku nalazi u hrani. Obradom namirnica, poput termičke obrade ili blanširanja, folat se gubi, a postotak gubitka folata je proporcionalan sa dodavanjem vode tijekom blanširanja (22). Folna kiselina klasično se koristi za liječenje megaloblastične anemije koja nastaje u trudnoći ili dojenačkoj dobi, ali i one koja nastaje zbog loše prehrane ili zbog poremećaji apsorpcije poput celijakije. Folat se nalazi u prirodi, uglavnom u biljkama i povrću, poput

tamno zelenog lisnatog povrća, zatim u agrumima, raznom orašastim plodovima, mesnim proizvodima, uključujući piletinu, puretinu, janjetinu. Folna kiselina se, s druge strane, se može naći u obogaćenim namirnicama, poput žitarica, tjestenine, brašna, žitarica i kruha. Folat i folna kiselina imaju isti metabolički put transformacije. Nakon konzumacije folati iz hrane se hidroliziraju u monoglutamat, apsorbiraju se kroz sluznicu tankog crijeva aktivnim transportom, te krvotokom odlaze u jetru. U jetri se monoglutamat reducira u tetrahidrofolat, a reakcija dalje teče njegovom pretvorbom u metil ili formil te odlazak u krvotok, a najčešće nastaje 5-metil-tetrahidrofolat. To je biološki aktivan oblik koji može sudjelovati u daljnjim zaštitnim i regulacijskim procesima. Te su reakcije također uključene u metabolizam homocisteina sa dodatnim koracima. U slučaju prevelikog unosa folata, višak se najčešće skladišti u jetri, a rijede u krvi i ostalim tkivima (21). Te su reakcije također uključene u metabolizam homocisteina. Folat je neophodan za sintezu nukleinskih kiselina, a sudjeluje u velikom broju biokemijskih puteva u kojima se prenosi jedinica od jednog ugljikovog atoma. Folati su potrebni za sintezu purina i pirimidina, koji su građivni elementi DNK, pa je za vrijeme trudnoće potrebno unositi veće doze kako bi se replikacija neometano odvijala, što u konačnici djeluje na embriogenezu. Pored toga, folat je uključen u reakcije pretvorbe aminokiselina i oksidacijske reakcije (2, 21). Neadekvatan unos folne kiseline povezan je s nizom kroničnih oboljenja, poput kardiovaskularnih bolesti i metaboličkih poremećaja. Nedostatak folata uobičajen je kod ljudi koji su ograničeni na vrstu namirnica, poput u uvjetima malapsorpcije, uključujući celijakiju i tropsku spru (malapsorpcija i megaloblastična anemija). Trudnice su u riziku od nedostatka folata jer trudnoća značajno povećava potrebu za folatima, posebno u razdobljima brzog rasta fetusa (tj. u drugom i trećem tromjesečju). Tijekom dojenja gubici folata u mlijeku povećavaju i potrebu za folatima (21). Referentni dnevni unos folata za odrasle osobe oba spola iznosi 330 µg/dan (9).

### 1.7. Vitamin C

Vitamin C ili askorbinska kiselina u organizmu postoji u reduciranom obliku (askorbatima) i oksidiranom obliku (dehidroaskorbinska kiselina) koji se lako prelaze jedan u drugi, a oboje su biološki aktivni, čime djeluju kao važni antioksidansi. Vitamin C je oksidiran i uništava ga kisik, lužina i visoka temperatura. Većina biljnih i životinjskih vrsta ima sposobnost sintetizirati vitamin C iz glukoze i galaktoze te uronske kiseline, ali čovjek ne može zbog nedostatka enzima gulonolakton oksidaze, koji je potreban za te sinteze. Biološka uloga vitamina C ovisi o njegovom reduciranom obliku, askorbatom, i može se razdvojiti na enzimске i ne-enzimatske funkcije.

Organizmu je potreban vitamin C za normalnu fiziološku funkciju. Pomaže u sintezi i metabolizmu tirozina, folne kiseline i triptofana, te u reakcijama hidrosilacije prolina, lizina, karnitina i katekolamina. Pored toga, katalizira pretvorbu kolesterola u žučne kiseline, a samim tim snižava razinu kolesterola u krvi. Također, povećava apsorpciju željeza u crijevima. Askorbat je jako antioksidacijsko sredstvo koje može smanjiti ili deaktivirati mnoge slobodne radikale i reaktivne kisikove vrste. Osim toga, vitamin C može obnoviti vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) iz oksidiranog oblika ( $\alpha$ -tokoferoksilni radikali), omogućujući vitaminu C da posredno inhibira peroksidaciju lipida (23). Terapeutski učinak vitamina C u velikim dozama se koristi u liječenju i prevenciji dijabetesa, ateroskleroze, prehlade, katarakta, moždanog udara, srčanih bolesti, karcinoma. Manjak vitamina C često je povezan sa anemijom, infekcijama, krvarenjem desni, skorbutom, otežanim zacjeljivanjem rana, kapilarnim krvarenjem, degeneracijom mišića i neurotičnim poremećajima. Za ispravljanje oboljenja nastalih zbog nedostatka, vitamin C se često koristi u velikim dozama i za razliku od vitamina topivih u mastima, toksičnost je rijetka jer se izlučuje urinom. Vitamin C nalazi se u agrumima, zelenoj i crvenoj paprici, jagodama, rajčici, brokuli, raznim klicama, repi i drugom lisnatom povrću. Životinjski izvori su siromašni sadržajem vitamina C. Bioraspoloživost vitamina C ovisi o njegovoj učinkovitoj apsorpciji i brzini izlučivanja putem bubrega. Smanjena bioraspoloživost vitamina C često se primjećuje u stresu, kod velikog unosa alkohola, pušenja, groznice, virusne bolesti, upotrebe antibiotika i sredstva protiv bolova, izloženosti naftnim proizvodima ili ugljičnom monoksidu, toksičnom djelovanju teških metala (24). Referentni dnevni unos za muškarce iznosi 110 mg/dan, a za žene 95 mg/dan (9).



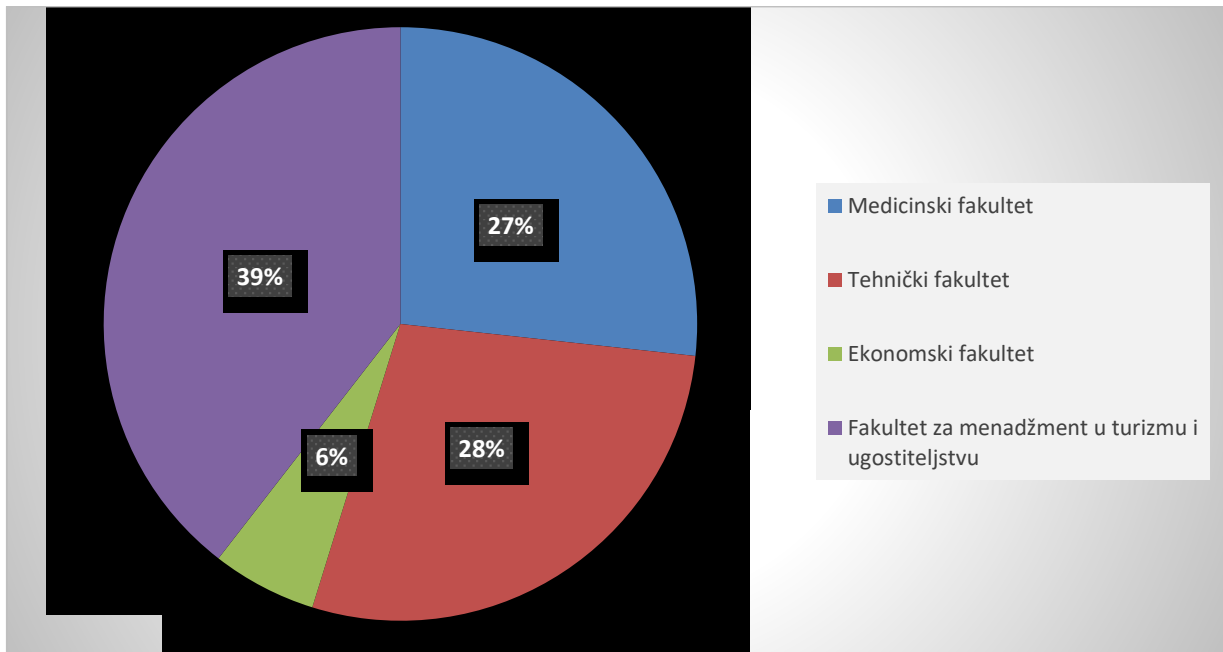
## **2. Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja je utvrditi koliko vitamina unose studenti Sveučilišta u Rijeci ovisno o spolu i prema preporukama, te unose li studenti Medicinskog fakulteta više vitamina u odnosu na studente ostalih fakulteta.

### 3. Ispitanici i metode

#### 3.1. Ispitanici

Anketno ispitivanje je provedeno u razdoblju od siječnja do ožujka 2019. godine. U istraživanju je sudjelovalo 1104 studenta, od čega 317 (28,7%) muškaraca i 787 (71,3%) žena. Sudjelovali su studenti s Medicinskog fakulteta, Tehničkog fakulteta, Ekonomskog fakulteta, te Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, a udjeli studenata sa pojedinog fakulteta se nalaze prikazani na slici 1. Studenti su ispitivanju pristupili dobrovoljno te je anketiranje provedeno anonimno.



Slika 1. Udjeli ispitivanih studenata ovisno o fakultetu studiranja.

#### 3.2. Metoda

Anketno ispitivanje je provedeno pomoću upitnika koji je se sastojao od dva dijela. Prvi dio odnosio se na opće karakteristike ispitanika, odnosno spol, dob, tjelesna visina i težina te koji fakultet studiraju i koja su godina studiranja. Drugi dio upitnika odnosi se na prehrambene navike ispitanika.

### 3.3. *Statistička obrada podataka*

Statistička obrada podataka je obavljena u programu Excel, te dodatnom DataTool pomoćnom programu za Excel. Za određivanje aritmetičke sredine i standardne devijacije je korištena deskriptivna statistika, a za utvrđivanje razlika među studentima je korišten t-test.

#### 4. Rezultati

U tablici 1. nalaze se opći podaci o studentima, kao i podaci o tjelesnoj aktivnosti i pušenju, a podijeljeni su s obzirom na spol.

Tablica 1. Opće karakteristike studenata, tjelesna aktivnost i pušenje s obzirom na spol (N=1104).

Parametri	Muškarci (N=317)	Žene (N=787)	p-vrijednost
	Average ± sd		
Dob	21,61 ± 2,30	21,39 ± 2,53	0,1798
Tjelesna težina/(kg)	79,19 ± 15,03	66,17 ± 11,47	0,0000*
Tjelesna visina/(cm)	180,59 ± 8,64	171,68 ± 8,19	0,0000*
Indeks tjelesne mase/(kg/m <sup>2</sup> )	24,17 ± 3,56	22,33 ± 3,01	0,0000*
Tjelesna aktivnost	N (%)		
Slaba	110 (34,70%)	300 (38,12%)	0,2090
Srednja	18 (5,68%)	14 (1,78%)	0,0000*
Umjerena	79 (24,92%)	217 (27,57%)	0,3594
Intenzivna	110 (34,70%)	256 (32,53%)	0,4832
Pušenje	N (%)		
Da	109 (34,38%)	278 (35,32%)	0,7786
Ne	208 (65,62%)	509 (64,68%)	

\*statistička značajnost na razini  $p < 0,05$

Statistička analiza je pokazala da su muškarci imali statistički značajno veću težinu ( $p < 0,05$ ), visinu ( $p < 0,05$ ), te statistički značajno veći indeks tjelesne mase ( $p < 0,05$ ) u odnosu na žene. Što se tiče tjelesne aktivnosti, statistički je značajno više muškaraca sa srednjom tjelesnom aktivnosti nego žena ( $p < 0,05$ ).

U tablici 2 se nalazi unos pojedinih vitamina među studentima ovisno o spolu.

Tablica 2. Unos pojedinog vitamina ovisno o spolu (average  $\pm$  sd) (N=1104).

Vitamins	Muškarci (N=317)	Žene (N=787)	p-vrijednost
Vitamin A/ ( $\mu$ g)	1052,5 $\pm$ 1587	1137,3 $\pm$ 1711,55	0,4418
Vitamin D/ ( $\mu$ g)	7,7104 $\pm$ 4,947	6,1767 $\pm$ 4,422	0,0000*
Vitamin E/ (mg)	17,3574 $\pm$ 10,928	16,9967 $\pm$ 11,67	0,6436
Vitamin B <sub>1</sub> / (mg)	2,4089 $\pm$ 1,111	1,9974 $\pm$ 1,112	0,0012*
Vitamin B <sub>2</sub> / (mg)	2,4714 $\pm$ 1,256	2,2377 $\pm$ 1,283	0,0062*
Vitamin B <sub>3</sub> / (mg)	22,8463 $\pm$ 11,369	19,7468 $\pm$ 11,717	0,0003*
Vitamin B <sub>6</sub> / (mg)	3,4686 $\pm$ 2,265	3,0814 $\pm$ 2,014	0,0000*
Vitamin B <sub>12</sub> / ( $\mu$ g)	7,7819 $\pm$ 4,314	6,3676 $\pm$ 3,727	0,0014*
Folat/ (mg)	236,44 $\pm$ 175,44	240,186 $\pm$ 189,94	0,7521
Vitamin C/ (mg)	100,04 $\pm$ 67,247	97,6955 $\pm$ 70,237	0,6187

\*statistička značajnost na razini  $p < 0,05$

Statistička analiza je pokazala da muškarci imaju statistički značajno veći unos vitamina D ( $p < 0,05$ ), vitamina B<sub>1</sub> ( $p = 0,0012$ ), vitamin B<sub>2</sub> ( $p = 0,0062$ ), vitamina B<sub>3</sub> ( $p = 0,0030$ ), vitamina B<sub>6</sub> ( $p < 0,05$ ), te vitamina B<sub>12</sub> ( $p = 0,0014$ ) od žena.

U tablici 3 se nalazi postotak odstupanja od referentnog dnevnog unosa za pojedini vitamin s obzirom po spolu.

Tablica 3. Odstupanje unosa vitamina od referentnog dnevnog unosa po spolu (N=1104).

<b>Parametri</b>	<b>Ukupno (N=1104)</b>	<b>Muškarci (N=317)</b>	<b>Žene (N=787)</b>	<b>p-vrijednost</b>
Vitamin A (% od preporuka)	209,99	184,65	232,10	0,9987
Vitamin D (% od preporuka)	44,14	51,40	41,18	0,1084
Vitamin E (% od preporuka)	142,5	133,52	154,52	0,7621
Vitamin B <sub>1</sub> (% od preporuka)	2944,45	3345,69	2774,11	0,0745
Vitamin B <sub>2</sub> (% od preporuka)	143,75	154,46	139,86	0,0157*
Vitamin B <sub>3</sub> (% od preporuka)	1290,00	1427,89	1234,18	0,9889
Vitamin B <sub>6</sub> (% od preporuka)	204,49	231,24	192,89	0,0139*
Vitamin B <sub>12</sub> (% od preporuka)	169,25	194,55	159,19	0,2563
Folat (% od preporuka)	72,46	71,65	72,78	0,1102
Vitamin C (% od preporuka)	95,97	90,95	102,84	0,0467*

\*statistička značajnost na razini  $p < 0,05$

Statistička analiza je pokazala da muškarci značajno više odstupaju od žena kod unosa vitamina B<sub>2</sub> ( $p=0,0157$ ) i vitamina B<sub>6</sub> ( $p=0,0139$ ), dok žene značajno više odstupaju od muškaraca kod unosa vitamina C ( $p=0,0457$ ). Kod odstupanja od unosa ostalih vitamina ne postoji statistički značajna razlika.

U tablici 4 se nalazi usporedba unosa pojedinog vitamina između studenata Medicinskog fakulteta i studenata ostalih fakulteta.

Tablica 4. Usporedba unosa vitamina između studenata Medicinskog fakulteta i ostalih fakulteta (average  $\pm$  sd) (N=1104).

<b>Vitamini</b>	<b>Medicinski fakultet (N=295)</b>	<b>Ostali fakulteti (N=809)</b>	<b>p-vrijednost</b>
Vitamin A/ ( $\mu$ g)	981,51 $\pm$ 1676,46	1160,88 $\pm$ 1767,65	0,1211
Vitamin D/ ( $\mu$ g)	6,49 $\pm$ 4,63	6,67 $\pm$ 4,76	0,6065
Vitamin E/ (mg)	15,85 $\pm$ 11,46	17,56 $\pm$ 11,56	0,0305*
Vitamin B <sub>1</sub> / (mg)	1,94 $\pm$ 1,13	2,18 $\pm$ 1,16	0,0023*
Vitamin B <sub>2</sub> / (mg)	2,13 $\pm$ 1,28	2,37 $\pm$ 1,32	0,0077*
Vitamin B <sub>3</sub> / (mg)	18,31 $\pm$ 11,70	21,48 $\pm$ 12,17	0,0000*
Vitamin B <sub>6</sub> / (mg)	6,71 $\pm$ 2,10	3,37 $\pm$ 2,20	0,0000*
Vitamin B <sub>12</sub> / ( $\mu$ g)	6,48 $\pm$ 3,95	6,88 $\pm$ 4,08	0,1502
Folat/ (mg)	215,65 $\pm$ 185,86	247,67 $\pm$ 185,02	0,0124*
Vitamin C/ (mg)	83,36 $\pm$ 69,37	103,84 $\pm$ 71,93	0,0000*

\*statistička značajnost na razini  $p < 0,05$

Statističkom analizom je utvrđena statistički značajna razlika unosa vitamina E ( $p=0,0305$ ), vitamina B<sub>1</sub> ( $p=0,0023$ ), vitamina B<sub>2</sub> ( $p=0,0077$ ), vitamina B<sub>3</sub> te folata ( $p=0,0124$ ) i vitamin C ( $p<0,05$ ), prema kojoj studenti ostalih fakulteta unose veće količine navedenih vitamina od studenata Medicinskog fakulteta. S druge strane, studenti Medicinskog fakulteta imaju statistički značajno veći unos vitamina B<sub>6</sub> od studenata ostalih fakulteta ( $p<0,05$ ).

## 5. Rasprava

U istraživanju su sudjelovala 1104 studenta. Najviše studenata je bilo s Fakulteta za međnadžment u turizmu i ugostiteljstvu (436 studenata), potom sa Tehničkog fakulteta (310 studenata), zatim sa Medicinskog fakulteta (295 studenata), a najmanje s Ekonomskog fakulteta (63 studenta). Sudjelovalo je više žena (71,3 %) nego muškaraca (28,7 %).

U tablici 1 se nalaze prikazani opći podaci o studentima, kao i podaci o tjelesnoj aktivnosti i pušenju cigareta. Prosječna dob muškaraca iznosi  $21,61 \pm 2,30$  godina, a žena  $21,39 \pm 2,53$  godina, te nema statističke značajnosti u dobi ispitanika. Prosjek tjelesne težine za muškarce je  $79,19 \pm 15,03$  kg, a za žene  $66,14 \pm 11,47$  kg, te su muškarci imali statistički značajno veću tjelesnu težinu ( $p < 0,05$ ) nego žene. Prosječna tjelesna visina za muškarce iznosi  $180,59 \pm 8,64$  cm, a za žene  $171,68 \pm 8,19$  cm, te su muškarci također statistički značajno viši od žena ( $p < 0,05$ ). Indeks tjelesne mase muškaraca je prosječno  $24,14 \pm 3,56$  kg/m<sup>2</sup>, dok je za žene  $22,33 \pm 3,01$  kg/m<sup>2</sup>, a muškarci imaju veći indeks tjelesne mase od žena ( $p < 0,05$ ). Prema klasi indeksa tjelesne mase po srednjoj vrijednosti ispitanici oba spola su unutra klase „normalan“. Prema tjelesnoj aktivnosti, slabo aktivno je 110 muškaraca i 300 žena, te nema statističke razlike među njima ( $p = 0,2090$ ). Srednje aktivno je 18 muškaraca i 14 žena, te se statistički razlikuju ( $p < 0,05$ ). Umjereno aktivno je 79 muškaraca i 217 žena i nema statističke razlike ( $p = 0,3594$ ). Intenzivnom tjelesnom aktivnošću se bavi 110 muškaraca i 256 žena, ali nema statističke značajnosti ( $p = 0,4832$ ). U istraživanju je sudjelovalo 109 muškaraca i 278 žena koji su pušači, te nema statističke razlike između njih ( $p = 0,7786$ ).

U tablici 2 se nalaze podaci o unosu pojedinog vitamina među muškarcima i ženama. Kod unosa vitamina topivih u mastima, muškarci i žene se statistički ne razlikuju prema unosu vitamina A i vitamina E ( $p = 0,4418$ ;  $p = 0,6436$ ), dok muškarci unose više vitamina D nego žene ( $p < 0,05$ ). Kod vitamina topivih u vodi muškarci unose značajno veće količine vitamina B1 ( $p = 0,0012$ ), vitamina B2 ( $p = 0,0062$ ), vitamina B6 ( $p < 0,05$ ) te vitamin B12 ( $p = 0,0014$ ). Ne postoji razlika između muškaraca i žena kod unosa folata i vitamina C ( $p = 0,7521$ ;  $p = 0,6187$ ). Ukoliko se uzme u obzir standardna devijacija za unos vitamina A, folata, te vitamina C, može se zaključiti da je razina pojedinačnog unosa navedenih vitamina bila vrlo različita s obzirom na srednju vrijednost. 2016. godine je provedeno istraživanje o



unosu vitamina topivih u mastima među studentima koji borave i objeduju u studentskom domu Sveučilišta u Sjevernoj Dakoti. Sudjelovala su 352 studenta, od čega 212 muškaraca i 140 žena, a prosječna dob ispitanika je bila  $19,3 \pm 1,6$  godina. Unos vitamina A za muškarce je bio  $602 \pm 539$   $\mu\text{g}$ , a za žene  $471 \pm 400$   $\mu\text{g}$  i razlikom od  $p=0,01$ . Muškarci su unosili  $5,1 \pm 5,0$   $\mu\text{g}$  vitamina D, dok su žene unosile  $3,2 \pm 3,2$   $\mu\text{g}$ , a razlika među njima je  $p<0,05$ . Za vitamin E unos u muškaraca je iznosio  $5,3 \pm 5,8$  mg, a za žene  $5,1 \pm 6,8$  mg te nema statističke razlike (25). Što se tiče unosa vitamina topivih u mastima među studentima Sveučilišta u Rijeci, muškarci unose  $1052,5 \pm 1587$   $\mu\text{g}$  vitamina A, a žene  $1137,3 \pm 1711,5$   $\mu\text{g}$ , te nema statističke razlike ( $p=0,4418$ ). Vitamina D muškarci unose  $7,710 \pm 4,947$   $\mu\text{g}$ , a žene  $6,176 \pm 4,422$   $\mu\text{g}$ , a ipak postoji statistička razlika ( $p<0,05$ ). Muškarci unose vitamina E  $17,357 \pm 10,93$  mg, dok žene unose  $16,997 \pm 11,67$  mg, a statističke značajnosti nema ( $p=0,6436$ ). Vidljivo je da se studenti uvelike razlikuju u unosu vitamina, a postoje i razlike u prosječnoj dobi ispitanika, to bročanim omjerima ispitivanih studenata. Studenti Sveučilišta u Rijeci unose veće količine vitamina topivih u mastima nego studenti Sveučilišta u Sjevernoj Dakoti.

Tablica 3 pokazuje postotak odstupanja u unosu pojedinog vitamina od referentnih dnevnih doza za određeni vitamin. Studenti najviše odstupaju od unosa vitamina B<sub>1</sub> (2944,45 % od preporuka), a najmanje odstupaju kod unosa vitamina D (44,14 % od preporuka). Studenti ukupno odstupaju 209,99% od preporučenih dnevnih doza za Vitamin A, od čega muškarci odstupaju 184%, a žene 232,10%, te ne postoji statistička značajnost među njima ( $p=0,9987$ ). Kod unosa vitamina D studenti ukupno odstupaju 44,14%, od čega muškarci 51,40%, a žene 41,18%, te statistički nema razlika od odstupanja prema spolu ( $p=0,1084$ ). 142,5% studenti odstupaju od unosa vitamin E, pri čemu muškarci 133,52%, a žene 154,52 % i nema statističke značajnosti u odstupanju. Najveće odstupanje od preporuka studenti imaju kod unosa vitamina B<sub>1</sub> od 2944,45%, a pri tom muškarci odstupaju 3345,69%, a žene 2774,11% i nema statističke razlike ( $p=0,0749$ ). Od unosa vitamina B<sub>2</sub> studenti odstupaju 143,75%, od toga muškarci 154,46%, a žene 139,89% , a postoji i statistička razlika ( $p=0,0157$ ) jer muškarci odstupaju više od žena. Studenti odstupaju i od unosa vitamina B<sub>3</sub> i to 1290,00%, od čega muškarci 1427,89%, a žene 1234,18%,te nema statističke razlike ( $p=0,9889$ ). Odstupanje od unosa vitamina B<sub>6</sub> je 204,49%, a muškarci podstupaju 231,24%, dok žene odstupaju 192,89%, te muškarci odstupaju statistički značajno više ( $p=0,0139$ ). Odstupanje kod unosa vitamina B<sub>12</sub> iznosi 169,25%, za muškarce 194,55%, a za žene

159,19%, te nema statističke razlike ( $p=0,2563$ ). Odstupanje od unosa folata iznosi 72,46%, za muškarce 71,65% i žene 72,78%, a nema značajne razlike u odstupanju ( $p=0,1102$ ). Odstupanje od unosa vitamina C je 95,97%, muškarci odstupaju 90,95% a žene 102,84%, pri čemu je statistička razlika  $p=0,0467$ , a žene odstupaju više od muškaraca. Istraživanje provedeno u Južnoj Koreji u provinciji Gyeonggi na 351 studentu, od kojih je bilo 172 muškarca i 179 žena, pratilo je prehrambene navike i unos nutritivnih sastojaka. Prosječna dob muškaraca bila  $21,84 \pm 3,22$  godina, a žena  $21,42 \pm 3,12$  godina. Ukupna odstupanja za oba spola od referentnih dnevnih unosa za vitamin A su iznosila  $93,15 \pm 71,09\%$ , za vitamin B<sub>1</sub> odstupanje je  $106,35 \pm 60,95\%$ , za vitamin B<sub>2</sub> je  $74,83 \pm 43,38\%$  i  $98,98 \pm 63,18\%$  za vitamin B<sub>3</sub>, te  $80,41 \pm 46,52\%$  za folat, dok su odstupanja za vitamin C bila  $92,51 \pm 67,83\%$  i za vitamin E odstupanje je bilo  $125,48 \pm 138,84\%$  (26). Ispitivani studenti Riječkog Sveučilišta se nisu uvelike razlikovali od ispitivanih studenata prema srednjoj dobi, ali jesu po broju. U usporedbi sa odstupanjem od referentnog dnevnog unosa, studenti Sveučilišta u Rijeci imaju veće odstupanje od svih navedenih vitamina, osim kod unosa folata, gdje odstupaju 72,46%, a ostali odstupaju 75,35%.

U tablici 4 je prikazana usporedba unosa vitamina između studenata Medicinskog fakulteta i studenata ostalih fakulteta. S Medicinskog fakulteta je sudjelovalo 295 studenata, a sa ostalih fakulteta 809 studenata. Kod unosa vitamina A, vitamina D, te vitamina B<sub>12</sub> ( $p=0,1211$ ;  $p=0,6065$ ;  $p=0,1502$ ) ne postoji razlika u unosu među studentima. Studenti ostalih fakulteta unose više vitamina E ( $p=0,0305$ ), vitamina B<sub>1</sub> ( $p=0,0023$ ), vitamina B<sub>2</sub> ( $p=0,0077$ ), vitamina B<sub>3</sub> ( $p<0,05$ ) te više folata ( $p=0,0124$ ) i vitamina C ( $p<0,05$ ) u odnosu na studente Medicinskog fakulteta. Studenti Medicinskog fakulteta unose više vitamina B<sub>6</sub> nego studenti ostalih fakulteta ( $p<0,05$ ). Velika standardna devijacija kod unosa vitamina A, vitamina E, vitamina B<sub>3</sub>, te folata i vitamina C upućuje na velike razlike u unosu pojedinačnog vitamina među studentima Medicinskog fakulteta.

Budući da je u istraživanju sudjelovalo više žena nego muškaraca, broj ispitivanja s obzirom na spol je mogući ograničavajući faktor ovog istraživanja. Osim toga, u istraživanju su sudjelovali studenti 4 fakulteta od ukupno 9 fakulteta koja obuhvaćaju Sveučilište u Rijeci. Također, kod usporedbe unosa vitamina među studentima Medicinskog fakulteta i ostalih fakulteta, brojčano prevladavaju studenti ostalih fakulteta, te je moguće da se stvarni unos vitamina razlikuje od dobivenih vrijednosti.

Temeljem dobivenih podataka o unosu vitamina među riječkim studentima dolazimo do spoznaje da muškarci općenito unose više vitamina nego žene, iako ih je u istraživanju sudjelovalo manje, a studenti sveukupno odstupaju od referentnih vrijednosti za unos pojedinog vitamina, te ih unose više. U usporedbi sa dosadašnjim istraživanjima provedenima u SAD-u i Južnoj Koreji, studenti riječkog sveučilišta unose više vitamina nego ostali ispitivani studenti.

## 6. Zaključak

Nakon provedenog istraživanja o unosu vitamina i obrade podataka dobiveni su sljedeći zaključci:

- Muškarci imaju veću tjelesnu visinu, težinu i indeks tjelesne mase od žena.
- Muškarci unose više vitamina D, te vitamina B<sub>1</sub>, vitamina B<sub>2</sub>, vitamina B<sub>3</sub>, vitamina B<sub>6</sub>, te vitamina B<sub>12</sub> od žena.
- Studenti Sveučilišta u Rijeci općenito unose veće količine vitamina nego što je to određeno preporukama.
- Muškarci više odstupaju od unosa vitamina B<sub>2</sub> i vitamina B<sub>6</sub> od žena, a žene više odstupaju kod unosa vitamina C.
- Studenti Medicinskog fakulteta unose više vitamina B<sub>6</sub>, dok studenti ostalih fakulteta unose više vitamina E, vitamina B<sub>1</sub>, vitamina B<sub>2</sub>, vitamina B<sub>3</sub>, te folata i vitamina C.

## 7. Literatura

1. **Vildana Alibabić, Ibrahim Mujić.** Pravilna prehrana i zdravlje, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2016.
2. **Robert K. Murray , David A. Bender , Kathleen M. Botham , Peter J. Kennelly , Victor W. Rodwell , P. Anthony Weil.** Harperova ilustrirana biokemija, 28. Izdanje, Medicinska naklada, Zagreb, 2011.
3. **Iva Jirka Alebić.** Prehrambene smjernice i osobitosti osnovnih skupina namirnica, MEDICUS 2008. Vol. 17, No. 1, 37 - 46
4. **Muhammad Amir Maqbool, Muhammad Aslam, Waseem Akbar, Zubair Iqbal** Biological importance of vitamins for human health: A review, Journal of agriculture and basic science, 2018., 50-58
5. **Muhammad Farhan Aslam, Saad Majeed , Sidra Aslam and Jazib Ali Irfan** Vitamins: Key Role Players in Boosting Up Immune Response, Aslam et al., Vitam Miner 2017
6. **Ramadhan Orucha, Ian F. Prymeb** The biological significance of vitamin A in humans: A review of nutritional aspects and clinical considerations, ScienceJet 2012, 1: 19
7. **M. Akram, Naveed Akhtar, H. M. Asif Pervaiz Akhtar Shah Tariq Saeed, Arshad Mahmood and Nadia Shamshad Malik** Vitamin A: A review article, Journal of Medicinal Plants Research, 2011.
8. **Bernardo Dias Ribeiro, Daniel Weingart Barreto, Maria Alice Zarur Coelho** Technological Aspects of  $\beta$ -Carotene Production, Food Bioprocess Technol 4:693–701, 2011.
9. [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/DRV\\_Summary\\_tables\\_jan\\_17.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/DRV_Summary_tables_jan_17.pdf) (Pristupljeno 18. kolovoza 2020.)
10. **S. Basit.** Vitamin D in health and disease: a literature review, British journal of biomedical science, 2013.
11. **Nadica Laktašić-Žerjavić, Mirko Koršić, Željka Crnčević-Orlić, Branimir Anić** Vitamin D: Vitamin prošlosti, hormon budućnosti, Liječ Vjesn 2011; 133:194–204

12. **Saliha Rizvi, Syed T. Raza, Faizal Ahmed, Absar Ahmad, Shania Abbas, Farzana Mahdi.** „The Role of Vitamin E in Human Health and Some Diseases, Sultan Qaboos University Medical Journal, 2014.
13. **Alexander F Makarchikov** Vitamin B1: Metabolism and Functions, Biochemistry (Moscow) Supplement Series B Biomedical Chemistry, 2009.
14. **Bertha F. Polegato, Amanda G. Pereira, Paula S. Azevedo, Nara A. Costa, Leonardo A. M. Zornoff, Sergio A. R. Paiva and Marcos F. Minicucci** Role of Thiamin in Health and Disease, Nutrition in Clinical Practice, 2019.
15. **Peter R. Martin, Charles K. Singleton and Susanne Hiller-Sturmhöfel** The role of thiamine deficiency in alcoholic brain disease, National Institute on alcohol abuse and alcoholism, 2003.
16. **Nittiya Suwannasom, Axel Pruß, Radostina Georgieva and Hans Bäuml** Riboflavin: The Health Benefits of a Forgotten Natural Vitamin, International Journal of Molecular Science, 2020.
17. **Asdrubal Aguliar-Mendez, Cynthia Fernandez-Lainez, Isabel Ibarra- Gonzalez and Cristina Fernandez-Mejia** The Chemistry and Biochemistry of Niacin, Chapter 7, The Royal Society of Chemistry 2013., 108-126
18. **Marcelina Parra, Seth Stahl and Hanjo Hellmann** Vitamin B6 and Its Role in Cell Metabolism and Physiology, Cells, 2018
19. **Ralph Green, Lindsay H. Allen, Anne-Lise Bjørke-Monsen, Alex Brito, Jean-Louis Guéant, Joshua W. Miller, Anne M. Molloy, Ebba Nexø, Sally Stabler, Ban-Hock Toh, Per Magne Ueland, Chittaranjan Yajnik** Vitamin B12 deficiency, Nature Rev Disease Primers, 2017.
20. **Eileen Moore, Alastair Mander, David Ames, Ross Carne, Kerrie Sanders and David Watters** Cognitive impairment and vitamin B12: a review, International Psychogeriatrics, 2012.
21. **Lynn B. Bailey, Jesse F. Gregory** Folate Metabolism and Requirements, The Journal of Nutrition, 779-782, 1999.

22. **Ivana Rumbak, Duška Ćurić, Irena Colić Barić** Stabilnost folata prilikom prerade i pripreme namirnica, Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam, 87-98, 2010.
23. **Khalid Iqbal, Alam Khan and M. Muzaffar Ali Khan Khattak** Biological Significance od Ascorbic Acid (Vitamin C) in Human Health- A Review, Pakistan Journal of Nutrition, 5-13, 2004.
24. **Shailja Chambial, Shailendra Dwivedi, Kamla Kant Shukla, Placheril J. John, Praveen Sharma** Vitamin C in Disease Prevention and Cure, Indian Journal of Clinical Biochemistry 314-328, 2013.
25. **Samantha Fuhrmann, Elizabeth Hilliard, Ardith Brunt, Ashely Gehl.** Frequency of Dining at Residence Halls and Intake of Fat-Soluble Vitamins among College Students, Department of Health, Nutrition and Exercise Sciences, North Dakota State University, USA, 2016.
26. **Hye-Jin Seok, Kyung-Hee Song.** A Study on Dietary Habits and Nutrient Intakes of College Students in Gyeonggi Area, J Community Nutrition 7(2) : 71-78, 2005.

## **Životopis**

Zovem se Darija Šupraha, rođena sam 09.12.1997. u Rijeci, a živim u Novalji na otoku Pagu. 2004. godine upisujem osnovnu školu Antuna Gustava Matoša koji završavam 2012. godine i osnovnu glazbenu školu Mirković, koju sam završila 2010. godine. 2012. godine upisujem Srednju školu Bartola Kašića- smjer Opća gimnazija u gradu Pagu koju završavam 2016. godine. Iste godine upisujem Preddiplomski sveučilišni studij Sanitarno inženjerstvo na Medicinskom fakultetu u Rijeci. Po završetku studija ću steći akademski naziv prvostupnika sanitarnog inženjerstva (univ. bacc. sanit. ing).