

# Problemi mikronutricije u trudnica i dojilja

---

**Dumenčić, Lora**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:193:445016>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-05**

*Repository / Repozitorij:*



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



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET BIOTEHNOLOGIJE I RAZVOJA LIJEKOVA  
Preddiplomski sveučilišni studij  
"Biotehnologija i istraživanje lijekova"

*Lora Dumenčić*

*Problemi mikronutricije u trudnica i dojilja*

Završni rad

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET BIOTEHNOLOGIJE I RAZVOJA LIJEKOVA  
Preddiplomski sveučilišni studij  
"Biotehnologija i istraživanje lijekova"

*Lora Dumenčić*

*Problemi mikronutricije u trudnica i dojilja*

Završni rad

Mentor rada: doc.dr.sc. Stribor Marković

Rijeka, 2024.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF BIOTECHNOLOGY AND DRUG DEVELOPMENT  
Undergraduate University Program  
"Biotechnology and drug research"

*Lora Dumenčić*

*Problems of micronutrition in pregnant and lactating women*

Bachelor thesis

Mentor: doc. dr sc. Stribor Marković

Rijeka, 2024.

Završni rad obranjen je dana 12. rujna 2024. godine

Pred povjerenstvom:

1. doc. dr. sc. Ivan Gudelj, predsjednik povjerenstva
2. doc. dr. sc. Daniela Kalafatović
3. doc. dr. sc. Stribor Marković, mentor

Rad ima 38 stranica, 4 slike, 3 tablice i 28 literaturnih navoda

## Sadržaj

Sažetak .....	1
Summary.....	2
1. UVOD.....	3
2. SVRHA RADA .....	8
3. ŽELJEZO .....	9
3.1. UVOD.....	9
3.2. ŽELJEZO U POPULACIJI.....	9
3.3. HOMEOSTAZA ŽELJEZA.....	10
3.4. OPSKRBA KISIKOM U TRUDNOĆI .....	11
3.5. POTREBA ZA ŽELJEZOM U TRUDNOĆI .....	11
3.6. SUPLEMENTACIJA TIJEKOM TRUDNOĆE.....	12
4. FOLATI.....	13
4.1. UVOD.....	13
4.2. VAŽNI MEHANIZMI KOJI UKLJUČUJU FOLNU KISELINU/FOLAT .....	13
4.3. FOLATI I TRUDNOĆA.....	14
4.4. DEFEKT NEURALNE CIJEVI .....	14
4.5. MANJAK VITAMINA B9 KAO UZROK DEFEKTA NEURALNE CIJEVI .....	15
4.6. RJEŠENJE FDA ZA SUPLEMENTACIJU FOLNOM KISELINOM .....	17
4.7. HRANA BOGATA FOLATIMA.....	17
5. JOD .....	18
5.1. UVOD.....	18
5.2. VAŽNOST TIROIDNIH HORMONA U RAZVIJANJU MOZGA FETUSA.....	19
5.3. MANJAK JODA U MAJKE I FETUSA .....	20
5.4. ODREĐIVANJE NEDOSTATKA JODA U TRUDNOĆI .....	21
5.5. TEŠKI NEDOSTATAK JODA KOD DJECE .....	22
5.6. HRANA BOGATA JODOM.....	23
6. DRUGI VITAMINI.....	25
6.1. VITAMINI VAŽNI U TRUDNOĆI .....	25
6.2. HRANA BOGATA VITAMINIMA.....	26
6.3. VITAMIN B12.....	27
6.4. VITAMIN B3 .....	28
6.5. VITAMIN B1 .....	28
6.6. VITAMIN B6 .....	29

7. LITERATURA.....	30
8. ŽIVOTOPIS .....	32

## Sažetak

Odgovornost buduće majke utječe na razvoj i zdravlje djeteta i prije samoga začeća. Odgovornost ne uključuje samo redovne preglede te pridržavanje liječnikovih uputa već i edukaciju o prehrani i potrebnoj suplementaciji koja je itekako važna već i u prenatalnoj fazi. Mnoge majke i buduće majke nisu upoznate s nutrijentima koje moraju unositi kako bi razvitak ploda bio bez mogućih komplikacija te trudnoća imala najpovoljniji ishod. Iako se na pravilan unos nutrijenata inzistira kod svih skupina ljudi bez obzira na spol, dob i rasu, ipak je kod trudnica apel za određenim mikronutrijentima ponešto veći. Razlog tome jesu promjene u tijelu koje se dešavaju kada dođe do oplodnje te potreba fetusa za adekvatnim uvjetima u kojima bi se mogao razvijati. Kada je slučaj nadoknade mikronutrijenata tada je najčešće riječ o željezu, jodu, folatima te vitaminima kao što su vitamin D, vitamin A, vitamin K i vitamin E. Manjak navedenih suplemenata utječe na mnoge faze u razvoju kao što su primjerice opskrba fetusa kisikom ili pravilno razvijanje živčanog sustava. Posljedično navedenim propustima u razvitku dolazi do zdravstvenih problema postnatalno. Neka od teških stanja koja mogu pogoditi novorođenčad su nepravilno zarastanje neuralne cijevi koje se manifestira u obliku spine bifide ili anencefalije. Također manjak mikronutrijenata može se manifestirati i kroz psihičke poremećaje, točnije, velika je mogućnost rođenja djeteta s kretenizmom. Loši ishodi izbjegavaju se unošenjem hranom bogatom istaknutim nutrijentima te suplementacijom istim prije ili tijekom trudnoće.



## Summary

The responsibility of the future mother affects the development and health of the child even before conception itself.. This responsibility not only includes regular check-ups and following the doctor's instructions but also educating oneself about the nutrition and necessary supplementation, which is crucial even in the prenatal stage. Many mothers and expectant mothers are not familiar with the nutrients they need to intake to ensure the fetus develops without potential complications and that the pregnancy has the most favorable outcome. Although proper nutrient intake is emphasized for all groups of people regardless of gender, age, and race, the emphasis on certain micronutrients is somewhat greater in pregnant women. The reason for this lies in the changes in the body that occur during fertilization and the fetus's need for adequate conditions in which it can develop. When it comes to micronutrient supplementation, it usually refers to iron, iodine, folic acid, and vitamins such as vitamin D, vitamin A, vitamin K, and vitamin E. A deficiency in these supplements affects many stages of development, such as the supply of oxygen to the fetus or the proper development of the nervous system. As a result of these developmental deficiencies, postnatal health issues may arise. Some severe conditions that can affect newborns include improper closure of the neural tube, which manifests as spina bifida or anencephaly. Additionally, a lack of micronutrients can also manifest in psychological disorders, with a high possibility of the child being born with cretinism. Poor outcomes can be avoided by consuming foods rich in these highlighted nutrients and by supplementing them before or during pregnancy.

**Key words:** mikronutrijenti, željezo, folna kiselina, jod, vitamini, deficijencija mikronutrijenata, prevencija

## 1. UVOD

Pojam mikronutricija označava unos vitamina i minerala važnih za pravilan rad organizma i održavanja povoljnog zdravstvenog statusa istog. Neki od primjera mikronutrijenata su vitamin A, vitamin B, vitamin D te ostali vitamini. Također u mikronutrijente ubrajamo i minerale poput željeza, joda, kalcija i kalija. Kada je riječ o opskrbi trudnica mikronutrijentima, važno je obratiti pažnju na one nutrijente koji su trudnicama najpotrebniji prenatalno i tijekom trudnoće te zadovoljiti unos istih. U trudnoći, uvelike je povećana potreba za mikronutrijentima stoga ih se mora i nadomjestiti kako bi trudnoća prošla s najpovoljnijim ishodima za majku i dijete. [1]

Razvoj fetusa zahtijeva posebne uvjete u smislu nutrijenata kojim se opskrbljuje. Oni omogućuju pravilan razvitak organa, rast i diferencijaciju svih stanica organizma, uključujući i živčane stanice kao što su neuroni i glija stanice. Ako se fetus razvija u okruženju koje nije bogato određenim mikronutrijentima kao što su željezo, jod, folna kiselina te razni vitamini, dolazi do negativnih posljedica u procesu sazrijevanja, ali i kasnije tijekom života pojedinca. Dolazi do smanjenog rasta mišića, kosti te nefrona novorođenčadi, ali i preranog rođenja te raznih defekata poput defekta neuralne cijevi. Fetus od začeća pa sve do poroda, svoj razvoj temelji na dostupnosti nutrijenata od majke. To bi značilo da i tempo i sam napredak razvoja ovise o majci, točnije, o nutritivnim rezervama koje majka posjeduje. Iako se prakticira, proces nadomjesta potrebnih nutrijenata prehranom u postnatalnoj fazi može biti okidač za mnoge zdravstvene komplikacije. Neke od njih su prebrzo dobivanje na masi te posljedično razvitak dijabetes tipa 2 te poremećaja u homeostazi i metabolizmu. U odrasloj dobi, problemi neadekvatnog nutritivnog statusa majke manifestira se u manjku stanica kao što su nefroni te srčane stanice. Taj ishod dovodi do povećanog rizika od hipertenzija, srčanog udara te

zatajenja srca. [2] Navedene komplikacije, unatoč velikoj dostupnosti potrebnih suplemenata, vrlo su česti problemi današnjice. Razlog tome je prerađena prehrana koja je visokokalorična, puna nezdravih masti i ugljikohidrata, a konzumiraju je ljudi, što uključuje žene i trudnice, ponajviše razvijenih zemalja. To je takozvani zapadnjački režim prehrane podosta privlačan današnjem društvu zbog svoje jednostavnosti pripreme, visoke dostupnosti te niskobudžetnih sastojaka. Ovakav način ishrane uvelike izostavlja svježe voće i povrće, proteine te zdrave masne kiseline kao dio svakodnevne prehrane.[3] Upravo je to razlog nedovoljnog unosa vlakana, vitamina, minerala i ostalih mikronutrijenata potrebnih za održavanje zdravlja organizma.

## Piramida pravilne prehrane



Slika 1, piramida pravilne prehrane, Biorender

## Piramida zapadnjačke prehrane



Slika 2, piramida zapadnjačke prehrane, Biorender

U sljedećoj tablici navedeni su podatci o unosu mikronutrijenata na dnevnoj bazi preporučenih ženama\* koje nisu trudne te trudnicama od strane FDA-e:

Tablica 1, *Preporučeni dnevni unos mikronutrijenata* [4]

<b>Mineral</b>	<b>FDA</b>	
	Žene	Trudnice
<b>Željezo (mg/dan)</b>	18	27
<b>Magnezij (mg/dan)</b>	420	400
<b>Kalcij (mg/dan)</b>	1300	1300
<b>Cink (mg/dan)</b>	11	13
<b>Jod (µg/dan)</b>	150	290

\*pod termin žene aludira se na osobe ženskog spola starije od 18 godina

Mikronutrijenti se osim hranom mogu unositi i suplementacijom u obliku kapsula, šumećih tableta, praha te u ostalim ljekovitim oblicima. Važno je napomenuti da su suplementi lako dostupni te visoko zastupljeni u razvijenim zemljama što predstavlja veliku privilegiju trudnicama koje su stanovnice istih. Iako je manja raspoloživost suplementima u zemljama trećeg svijeta, od prošlog stoljeća provode se mnogi programi u svrhu edukacije te same suplementacije trudnica i one koje to žele postati. [5] Javnozdravstvena politička odluka koja je uvelike pridonijela zdravlju trudnica te njihove djece jest politika obogaćivanja namirnica nekim vitaminima i mineralima. Obogaćuju se namirnice koje su svakodnevni dio ljudske prehrane; mlijeko se obogaćuje kalcijem, žitarice se obogaćuju

folnom kiselinom, kuhinjska sol koja se obogaćuje jodom te mnoge druge. U nekim siromašnim državama, brašno se obogaćuje cinkom.

U sljedećem radu, fokus je stavljen na minerale koji su prema mnogim istraživanjima ključni za zdravu trudnoću i budućnost zdravstvenog stanja djeteta. Riječ je od željezu, folnoj kiselini odnosno folatima, jodu te nekolicini vitamina; A, D, E i K. Navedeni mikronutrijenti igraju glavnu ulogu u pravilnom rastu stanica, opskrbi fetusa kisikom, pravilnom zarastanju neuralne cijevi. Ukratko, spomenuti nutrijenti sprječavaju najzloćudnije ishode uzrokovane manjkom istih te je upravo to razlog isticanja njihove važnosti.

## 2. SVRHA RADA

Važnost ovoga rada jest njegova glavna ideja koja se temelji na prevenciji teških ishoda trudnoće manifestiranih na fetusu ili rođenom djetetu.

Razlog tome jest nedovoljan unos esencijalnih minerala te vitamina koji su zaduženi za opskrbu majke koja potom iz tih zaliha opskrbljuje fetus; željeza, joda, folne kiseline te ostalih vitamina. Kako bi došlo do pravilnog rasta i razvoja fetusa odnosno pravilnog rasta stanica, tkiva, organa te organskih sustava potrebno je opskrbljivati organizam majke adekvatnim mineralima. Glavni problem današnjice jest brza i prerađena prehrana koja se uvelike konzumira te nije bogata nutrijentima koji pridonose zdravlju majke i fetusa. Ovim se radom pokušava istaknuti važnost tih nutrijenata kroz rezultate njihovog manjka u trudnoći. Oni najčešće rezultiraju preranom trudnoćom, defektima organa, mentalnom retardacijom pa čak i spontanom pobačajem. Samo to su neki od vrlo ozbiljnih i zloćudnih zdravstvenih stanja koji su potaknuti naizgled vrlo banalnim uzrokom. Cilj je potaknuti trudnice i žene koje to planiraju postati na primjeren način očuvanja svog i djetetovog zdravlja na jednostavne načine kao što je opskrba nutrijentima pomoću hrane. Unosom raznolike prehrane koja se sastoji od ponajviše lisnatog povrća, žitarica, mlijeka i mliječnih proizvoda, jaja te mesa, ribe i morskih plodova gotovo da i nema potrebe za dodatnom suplementacijom u ostalim oblicima. Zaključno, svrha ovoga rada jest ukazati na odgovornost majke koja svojim postupcima na jedinstven način predodređuje djetetovu kvalitetu života te upravo tu odgovornost i osvijestiti.

## 3. ŽELJEZO

### 3.1. UVOD

U kontekstu nutritivskih dodataka u trudnica, željezo je jedan od ključnijih mikronutrijenata sa mnogo važnih uloga. U organizmu se nalazi u dozama između 3 do 4 grama te je uobičajeni gubitak željeza oko 1 do 2 miligrama dnevno. Kako ne bi došlo do pretjeranog smanjenja željeza u krvi potrebno ga je nadomješćivati hranom bogatom željezom [6]. Pronalazimo ga kao sastavni dio eritrocita, točnije u hemoglobinu. Hemoglobin je protein zaslužan za prijenos kisika kroz cijeli ljudski organizam te do svake pojedine stanice istog. Sastoji se od sveukupno četiri podjedinice: dvije alfa i dvije beta. Svaka od njih posjeduje vlastito mjesto u kojem se nalazi hem, čiji je ključni i sastavni dio željezo. Željezo kovalentnom vezom veže kisik te ga prenosi stanicama [7]. Željezo ima glavnu ulogu i u pokretanju enzimske aktivnosti, poput svih enzima koji u strukturi sadrže citokrom. Primjerice, demetilaze čija aktivnost djeluje na kromatin DNA molekula te posljedično tome na ekspresiju samih gena te također djeluje na aktivnost enzima uključenih u primarne funkcije staničnog metabolizma kao što je hidroksilaza [8].

### 3.2. ŽELJEZO U POPULACIJI

Vrlo visoka stopa smanjene razine željeza zabilježena je kod velike većine žena razvijenih zemalja. Navode se podatci od gotovo 42% žena koje nisu trudne, a imaju smanjenu razinu željeza te čak 72% trudnica sa smanjenom razinom željeza. Uzročnik tome navodi se nekvalitetna prerađena prehrana, smanjena konzumacija hrane bogate željezom, crijevni paraziti te kronični gubitak krvi. Poremećaj željeza može se također pratiti kroz mjerenje razine hemoglobina. Tijekom trudnoće moguće je razviti blagu anemiju koju karakteriziraju razine hemoglobina



između 8 g/dL i 10,9 g/dL. Pad koncentracije hemoglobina u krvi tijekom trudnoće uzrokuje povećani volumen krvi koja cirkulira tijelom. Ova anomalija je normalna u trudnoći i, dapače, poželjna. Krv u ovoj fazi ima manju viskoznost te se na taj način poboljšava protok kroz posteljicu što bi značilo i bolja opskrba kisikom. [4]

### 3.3. HOMEOSTAZA ŽELJEZA

Željezo je, takozvani, element u tragovima u organizmu sisavaca. Njegova količina zahtjeva regulaciju od strane mnogih tkiva te stanica tih tkiva, a razlog tome je toksičnost koja se javlja ako je prisutan u većini naspram preporučenih doza. U organizmu dolazi do unutarstanične i izvanstanične regulacije količine željeza kako ne bi došlo do povećane doze, ali i isto tako smanjene doze koja potom dovodi do narušavanja pravilnih funkcija stanica te posljedično tome tkiva i organa. Razine željeza se u organizmu održavaju apsorpcijom željeza u crijevima, samom raspodjelom količine željeza između tkiva i organa, ali isto tako su prisutne određene koncentracije u krvnoj plazmi te izvanstaničnim tekućinama. Najznačajniju ulogu u održavanju razine željeza ima glikoprotein transferin koji se nalazi u krvnoj plazmi te ga transportira po tijelu, a na taj način opskrbljuje potrebite organe. Mehanizam djelovanja transferina temelji se na samim receptorima za transferin, TfR1, koje posjeduje svaka stanica. Kada transferin s pripadajućim receptorom tvori kompleks, zajedno se endocitozom unose u endosome. Ondje dolazi do odvajanja željeza te preko endosomalne membrane prelazi u citoplazmu. Željezo se također nalazi i u takozvanim zaliham. Najpoznatije zalihe željeza u sisavaca te glodavaca su jetra i slezena. Narušavanje pravilne homeostaze željeza dovodi do komplikacija koje se mogu pokazati kroz već spomenuti manjak ili višak željeza. Također, jedan od neželjenih scenarija jest deficijencija ili pak višak željeza na razini pojedinog organa. Tada on nepravilno obavlja svoju funkciju ili ju pak u potpunosti gubi. Ovaj slučaj,

najčešće je uvjetovan genetskim faktorima koji predodređuju rad organa, a ne smanjenim ili povećanim unosom željeza od strane pojedinca [6].

### 3.4. OPSKRBA KISIKOM U TRUDNOĆI

U trudnoći, intenzivnija je potreba za povišenom opskrbom kisikom. Kao što je i prije navedeno, glavnu ulogu u transportu kisika ima željezo koje opskrbljuje placentu pa posljedično tome i stanice fetusa dovoljnom količinom kisika za nesmetani daljnji rast i razvoj. Postoje vremenski periodi u trudnoći kada je stopa potrošnje kisika izuzetno visoka, a to je vrijeme kada dolazi do formiranja organa i tkiva. Primjerice, kada dolazi do formacije mozga, ili preciznije rečeno, stvaranja glija stanica te neurona, potrošnja kisika iznosi čak više od 50%. U tim periodima željezo djeluje kao katalizator u citokromima te dolazi do stvaranja ATP molekula koje služe kao energetska podrška tijekom formiranja organa [8].

### 3.5. POTREBA ZA ŽELJEZOM U TRUDNOĆI

Trudnoća je stanje koje zahtijeva povećan unos i koncentracije željeza u organizmu iz nekoliko ključnih razloga. Jedan od njih je općenito povećanje količine krvi majke, čemu je analogno i samo stvaranje hemoglobina. Za svaki novi gram stvorenog hemoglobina, organizam zahtijeva nešto manje od 3,5 miligrama željeza. Potrebno je te doze zadovoljiti kako ne bi došlo do poremećaja količine željeza manifestiranog kroz anemiju. Jedan od glavnih razloga povećane potrebe za željezom u trudnoći jest pravilno razvijanje fetusa. Kao što je ranije navedeno, željezo igra glavnu ulogu u opskrbi kisikom, koji potom služi u pravilnoj izgradnji organa. Osim potrebe za kisikom, željezo služi za obavljanje metaboličkih funkcija fetusa te se „skladišti“ i stvara zalihe koje će novorođenče koristiti u svojih prvih šest mjeseci života [8]. Također, manjak željeza može rezultirati prijevremenim porodom te visokim rizikom od vrlo male porođajne težine djeteta [5]. Krucijalnost

suplementacije željezom u trudnoći također može biti objašnjena u kontekstu potreba placente. Placenta se u mnogim znanstvenim radovima definira kao visoko metabolički aktivan organ koja analogno tome zahtijeva i više željeza. Ima sposobnost pohrane željeza u retikulo-endotelnim stanicama što predstavlja njegovu rezervu u slučaju da opskrba željezom od strane majke bude smanjena zbog njegove deficijencije [8]. Za majku nedostatak željeza, odnosno anemija, može dovesti do mnogo komplikacija: od potrebe za transfuzijom krvi do prenatalne i postnatalne sepse. Isto tako zabilježen je i povećani mortalitet roditelja koje su bile dijagnosticirane kao anemične [5].

### 3.6. SUPLEMENTACIJA TIJEKOM TRUDNOĆE

Gotovo trećina svjetske populacije pati od manjka željeza, a najčešće su zahvaćene žene te njihovi fetusi i daljnje potomstvo. Održavanje preporučene koncentracije željeza važno je kod svih pojedinaca, a posebno se aludira na važnost kod trudnica. Time se sprječavaju komplikacije u trudnoći kod majke ili fetusa, održava se zdravlje majke, potiče se razvitak djeteta te generalno utječe na najbolji mogući ishod u trudnoći. Suplementacija željezom u trudnoći pojavila se kao jedna od glavnih tema mnogih zdravstvenih organizacija i ustanova [8]. Uz suplementaciju, bitno je u svakodnevnu prehranu uvesti i namirnice bogate željezom. Poznati biljni izvori željeza su lisnato povrće kao što su blitva, špinat i kelj te nadalje slanetak, grah, leća, kurkuma, poriluk i još mnogi drugi. Crveno meso je glavni izvor željeza kada je riječ o životinjskim izvorima. Također, željezom je bogata i puretina te jetra bilo koje druge životinje. Od morskih plodova, školjkaši imaju visoku nutritivnu vrijednost u korist željeza. Navedene su namirnice visoko dostupne u današnjici stoga je važno tu privilegiju iskoristiti za kvalitetu života majke i njenog budućeg djeteta.[4]

## 4. FOLATI

### 4.1. UVOD

Folna kiselina sintetički je oblik folata kojeg čovjek dobiva iz hrane, a oba nutrijenta su verzije vitamina B9. [9] Folna kiselina najčešće se nalazi u vitaminskim dodacima. Njihovo najbitnije svojstvo jest to da su takozvani metil donori, što znači da imaju ulogu u sintezi DNA te diobi stanica. Posljedično navedenim ulogama, posebna se pažnja pridaje važnosti formiranja neuralne cijevi kod fetusa. Neuralna cijev formira se unutar 28 dana od začeća te ona predstavlja formaciju iz koje kasnije nastaje mozak te leđna moždina, točnije, centralni živčani sustav zajedno sa strukturama koje ih štite; mozak i leđna moždina. [10]Važno je spomenuti defekt neuralne cijevi (eng. neural tube defects), skraćeno NTD. NTD je naziv za poremećaj u formiranju centralnog živčanog sustava, točnije u zatvaranju neuralne cijevi. Zatvaranje neuralne cijevi označava kraj neurulacije; procesa razvoja središnjeg živčanog sustava. Ako ne dođe do potpunog zatvaranja neuralne cijevi, dolazi do poremećaja koji se naziva spina bifida – otvaranje na donjem kraju kičme.[11] Veći defekt od spine bifide jest anecefalija što označava potpuno nerazvijanje mozga. [10]Folna kiselina poznati je suplement koji se koristi u prevenciji NTD-a. [12]

### 4.2. VAŽNI MEHANIZMI KOJI UKLJUČUJU FOLNU KISELINU/FOLAT

Kao što je navedeno ranije, folna je kiselina prvenstveno zaslužna za pravilnu diobu stanica te razne sinteze brojnih molekula.[13] Uloga folne kiseline mogla bi se poistovjetiti sa koenzimom koji sudjeluje u 1C reakcijama. [14] 1C reakcije su prijenosne reakcije koje su sastavni dio reakcijskih mehanizama stanica organizma. Samim time su krucijalne za mnoge procese koje se dešavaju na stalnoj razini u stanicama. U ovim reakcijama se jedan atom ugljika, metilna skupina, prenosi između dva

spoja. Izrazita važnost 1C procesa je ta da je on osnova za sintezu aminokiselina, fosfolipida, ali i, moglo bi se reći najvažnije, sintezu DNA. Folati su u ulozi koenzima sastavni dio procesa pretvorbe serina u glicin te uracila u timin što je dio procesa sinteze DNA. [4]

### 4.3. FOLATI I TRUDNOĆA

Potpuno je razumna težnja za više folne kiseline u trudnoći zbog potreba stanica za diobom i sintezom DNA. To je razlog zašto je folna kiselina potrebna i eritrocitima, a otprije je poznato da tokom trudnoće se povećava njihov broj. Analogno povećanju broja eritrocita povećava se i potreba za folatima. Iako se nedostatak folne kiseline neće u tolikom intenzitetu manifestirati na majku, fetus zasigurno nosi najteže posljedice i rizike za nesretne ishode. Trenutačno na snazi u SADu vrijedi preporuka unosa folne kiseline od 0.4 mg za trudnice. [15] Folati se unose u obliku vitaminske suplementacije ili kroz hranu bogatu folatima. Jako je mala bioraspoloživost folata u hrani koja je dio današnje svakodnevne prehrane pogotovo zbog ubrzanog, zapadnjačkog načina života. Preporuka unosa folata jest 0,6 mg za trudnice te 0,5 mg za dojilje, a žene koje su imale trudnoće čiji je plod bio zahvaćen defektom neuralne cijevi trebale bi unositi čak 4 mg na dan, točnije 10 puta više od regularne doze. [10]

### 4.4. DEFEKT NEURALNE CIJEVI

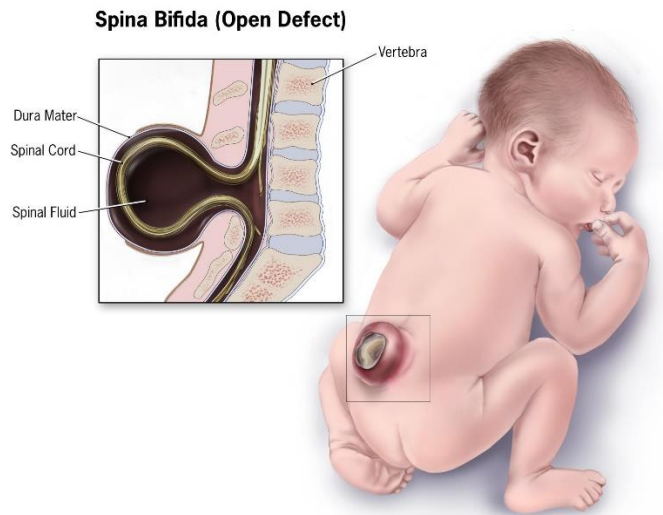
Defekt neuralne cijevi (eng. neural tube defect, NTD) naziv je za teško oštećenje centralnog središnjeg sustava koje nastaje u embrionalnom razvoju. Ovakvo oštećenje posljedica je nepravilnog razvitka neuralne cijevi u procesu razvitka fetusa te ima dva oblika; spinu bifidu i anencefaliju. Spina bifida predstavlja otvaranje neuralne cijevi u predjelu donjeg dijela kičme dok je anencefalija potpuni nerazvitak mozga. Jedan od čimbenika koji uzrokuje razvitak defekta jest manjak folne kiseline tijekom embrionalnog razvoja. Drugi čimbenik bio bi genetska

predispozicija no prema mnogoj literaturi taj faktor još nije u potpunosti istražen i potvrđen. Defekt neuralne cijevi dijagnosticira se ultrazvukom prije rođenja. Ako se NTD utvrdi kod nerođenog djeteta, postoji opcija terapijskog pobačaja o kojem majka odlučuje želi li ga obaviti ili ne. Što se tiče slabije razvijenih zemalja, vrlo je čest slučaj da se NTD ne otkrije prenatalno zbog skromnosti dostupne opreme za dijagnosticiranje pa tako i značajan broj djece bude rođen s defektom. Što se tiče terapije nakon rođenja djeteta s otvorenom spinom bifidom, moguć je operacijski zahvat kojim se ona zatvara no nakon te operacije slijedi još mnoštvo drugih, a razlog tome su velike mogućnosti daljnjih neuroloških i ortopedskih komplikacija. Faktori koji utječu na razvoj defekta u globalu su poznati stručnjacima, no zanimljivo je to da se njima može objasniti otprilike polovina defekata neuralne cijevi. Poznati faktori koji utječu na razvoj NTD-a su način ishrane, u kojeg se uključuje opskrba organizma folnom kiselinom pa i dijagnoza dijabetesa i pretilosti te genetički faktori među različitim populacijama.

#### 4.5. MANJAK VITAMINA B9 KAO UZROK DEFEKTA NEURALNE CIJEVI

Sedamdesetih godina prošlog stoljeća zabilježeno je istraživanje koje se bavilo upravo vezom između manjka folata i defekata neuralne cijevi. Znanstvenici su primjetili da majke koje su rodile djecu s NTD-om imaju niže razine folata u krvi te je to bio povod da se uvede obvezna suplementacija vitaminima, uključujući i B9, kao prevencija razvijanja NTD-a. Rezultat suplementacije bio je statistički zadovoljavajuć te se kao optimalna doza suplementacije folnom kiselinom priznaje 4 miligrama u danu što je i u današnje vrijeme preporuka. Osim spomenute preporuke za trudnice, ženama koje planiraju trudnoću savjetuje se suplementacija od 0,4 miligrama dnevno. U mnogim se zemljama provodi politika obogaćivanja hrane folnom kiselinom čime se uvelike pozitivno utjecalo na povećanje razine folata u krvi te smanjenju učestalosti NTD-a. Iako je to

hvalevrijedan pokret prevencije ovako ozbiljnih oštećenja organa i tkiva, određene zemlje odbile su provoditi spomenutu politiku. Razlog tome je strah od povećanja rizika raka crijeva među populacijom no takve su teorije odbačene nedavnim istraživanjima. [16]



Slika 3, dijete sa Spinom Bifidom, *Wikipedia*



Slika 4, dijete s anencefalijom, *Wikipedia*

#### 4.6. RJEŠENJE FDA ZA SUPLEMENTACIJU FOLNOM KISELINOM

Američka agencija za hranu i lijekove, 90.ih godina prošlog stoljeća provela je politiku obogaćivanja žitarica folnom kiselinom. [17] Na 100 grama žitarica, dozvoljena količina iznosila je 0.14 miligrama. Ovim potezom FDA je napravila veliki pomak u prevenciji NTD u Sjedinjenim Američkim Državama, točnije, postotak defekata neuralne cijevi smanjio se za 30% do 40%. Suplementacija folatom u današnjici donosi poboljšanje u prevenciji kod samo 20% populacije, no i za to postoje adekvatna rješenja. Stručnjaci predlažu unos od 4 mg na dan te za rezultat tvrde smanjenje defekata neuralne cijevi za čak 82%. Iako je ovaj program na snazi u SADu, smatra se da bi uvođenjem ove politike na globalnoj razini razina sličajeva NTDa pala za minimalno 50%. [10]

#### 4.7. HRANA BOGATA FOLATIMA

U vrlo širokom spektru hrane pronalazimo vitamin B9, što je upravo jako zahvalno kada je riječ o dostupnosti ovog mikronutrijenta. Govorimo o mnogo voća i povrća, životinjskog mesa, hrane životinjskog podrijetla kao što su jaja i mlijeko te žitaricama. Posebno bogato povrće jesu mahunarke, slanutak, kukuruz, sjemenke suncokreta, soja, špinat, šparoge i brokula. Također folate sadrže celer i šparoge. Što se tiče hrane životinjskog podrijetla, meso koje je izvor folata su jetra i bubrezi, dok se od riba ističe losos. Žitarice same po sebi nisu veliki izvor folata već su njime obogaćene. Samim time dobivaju se njihovi produkti kao što su kruh i tjestenina te žitarice koje se jedu za doručak kao izvor folata u svakodnevnoj prehrani.



## 5. JOD

### 5.1. UVOD

Potreba za jodom tokom trudnoće poraste analogno s porastom proizvodnje majčinog hormona štitnjače T4. Nedostatak joda jedan je od najčešćih nedostataka mikronutrijenata na globalnoj razini. Jod je mikronutrijent kojeg nalazimo kao sastavni dio hormona štitnjače; T4, tiroksina, te T3, trijodtironina. T3 nastaje iz slobodnog majčinog hormona T4 (fT4) u mozgu fetusa te je ključan za normalni neurološki razvoj. [18] Ovakav nastanak T3 se dešava u drugoj polovini prvog tromjesečja dok na početku drugog tromjesečja, fetus pomoću vlastite štitnjače proizvodi hormone. Iako počinje samostalna proizvodnja, u tom je razdoblju razina u žlijezdama poprilično niska stoga se do samog rođenja kao nadomjesti koriste majčini hormoni. Zadatak majke da pridonosi održavanju hormonske koncentracije fetusa zahtjeva povećani unos joda za čak 50% od uobičajenog kako ne bi došlo do nedostatka količine joda kod majke, a posljedično i kod djeteta. Ukoliko se unos joda ne poveća, dolazi do stanja zvanog hipotiroksinemija. Hipotiroksinemija jest stanje niske razine fT4 te kao takvo dovodi do mogućnosti oštećenja mozga fetusa koji je u fazi stvaranja i razvijanja. Posljedice mogu biti raznih ishoda, a jedan od njih je kretinizam, psihički poremećaj kojeg karakterizira jaka mentalna retardacija. Kretinizam se javlja pri ozbiljnim deficijencijama joda koje se javljaju tijekom same trudnoće. Prevencija problematike manjka joda provedena je od strane Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) te Međunarodnog vijeća za kontrolu poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda (ICCIDD) kroz jodiranje kuhinjske soli koja se gotovo svakodnevno upotrebljava. [19] Tim potezom uspio se ublažiti kretinizam u mnogim dijelovima svijeta te se kao problem današnjice pokušava riješiti mali ili umjereni manjak joda tijekom trudnoće. Fokus je prvenstveno na fetusu te životu djeteta nakon izloženosti deficijenciji joda

u trudnoći te se samim time zanemaruje zdravstveno stanje majke u toj situaciji. [20]

## 5.2. VAŽNOST TIROIDNIH HORMONA U RAZVIJANJU MOZGA FETUSA

Jod prvenstveno nema direktan utjecaj na razvijanje mozga i središnjeg živčanog sustava fetusa već je ključan za stvaranje hormona štitnjače koji su važni u tom razvitku. Hormoni štitnjače ne igraju značajnu ulogu u fazi ranog embrionalnog razvoja zato što sami receptori za navedene hormone tada još nisu razvijeni. U razdoblju od 8 do 9 tjedna razvoja fetusa razvijaju se i receptori za hormone štitnjače. Kao što je ranije navedeno, u drugoj polovini prvog tromjesečja fetus ne stvara samostalno hormone već oni nastaju iz majčinog fT4 pomoću tipa II 5 – jodotironin deiodinaze u fetalnom mozgu.

Razvoj središnjeg živčanog sustava odnosno kompletnog živčanog sustava može biti podijeljeno u faze. Prva faza odnosi se na opskrbu fetusa majčinim fT4 u dovoljnim količinama u drugoj polovini prvog tromjesečja. Procesi i faze koje obilježavaju ovaj dio nastanka živčanog sustava jest sam razvitak neurona te njihovo kretanje u hipokampusu, cerebralnom korteksu i medijalnom ganglijskom eminencijom. Ovaj proces počinje u prvom tromjesečju te traje također kroz prvu polovinu drugog tromjesečja. Važno je spomenuti visoke razine placentalnog humanog korionskog gonadotropina (hCG) koje pri kraju prvog tromjesečja potiču lučenje majčinog T4 čije se razina povećava. Analogno time pada razina TSH, hormona koji je stimulator štitnjače. Iz načina kontrole otpuštanja T4 i stimulacije TSH može se uočiti da su navedeni hormoni u obrnuto proporcionalnom odnosu koji fetusu osigurava optimalnu količinu majčinog fT4. Iako već početkom drugog tromjesečja fetus posjeduje štitnjaču koja je sposobna sama proizvoditi hormone te opskrbljivati fetus, sam krvožilni sustav koji je transportno sredstvo hormona, nije razvijen i sposoban za obavljanje te uloge.

Tijekom druge faze, dešavaju se promjene na samim neuronima. Prvenstveno dolazi do stvaranja neurona, to jest procesa neurogeneze. Sami ti neuroni migriraju u razna područja fetusa, dolazi do rasta i grananja aksona i dendrita. Posljedično tome dolazi i do sinaptogeneze, procesa kojim nastaju sinapse, mjesta u živčanom sustavu zaslužna za interakciju i komunikaciju susjednih neurona. Dolazi i do stvaranja potpornih stanica živčanog sustava, glija stanica, koje potom diferenciraju i migriraju te na posljetku dolazi do procesa mijelinizacije.

Treća faza nastupa postnatalno. Prije treće faze interesantno je da raste koncentracija T4 u fetusu no rezerve u žlijezdama su vrlo male stoga majka do samog rođenja nadomješta hormone. Tu činjenicu potvrđuje istraživanje u kome je pronađena niska koncentracija fT4 hormona u nedonoščadi. Time se objašnjava nedovoljna opskrba s majčine strane prema fetusu. [20]

### 5.3. MANJAK JODA U MAJKE I FETUSA

Manjak joda u organizmu svakako ostavlja utiske kod majke i kod fetusa no oni imaju drugačije reakcije na deficijenciju.

Kada je riječ o majci, govorimo o eutireoidnom stanju. Eutireoidno stanje znači stanje s niskom razinom hormona štitnjače kojeg trudnice postižu iz nekoliko razloga. Prvi je povećanje fT4, kao odgovor na smanjivanje majčinog TSH, koji je poznati stimulator štitnjače, uz pomoć hCGa. Drugi razlog je samo ponašanje štitnjače pri nedostatku joda ovisno o trudnoći ili ne. Stimulirani su mehanizmi koji povećavaju primanje joda te se sinteza T3 postavlja kao prioritet u odnosu na sintezu T4 zbog veće biološke aktivnosti T3. Može doći do hiperplazije gušterače što bi značilo da njene stanice abnormalno proliferiraju te dolazi do proširenja tkiva te posljedično tome, do gušavosti. Zaključno, majka postiže eutireoidno stanje padom koncentracije TSH i T3.

S druge strane, kod fetusa se javlja hipotiroidno stanje, hipotireoza. Hipotireoza obilježava značajno povišeni TSH u odnosu na eutireoidno stanje. Hipotireoza zahvaća dijelove fetalnog mozga te nosi sa sobom posljedice oštećenja živčanog sustava. Fetus u ovom slučaju ne dobiva nadomještaj majčinih hormonima te isto tako ne može sam sebe opskrbiti istim zbog nerazvijene štitne žlijezde i krvožilnog sustava. Samim time dolazi do smanjenog stvaranja hormona štitne žlijezde, te do povećanja koncentracije TSH što je, kako je i prije naznačeno, uzrok hipotireoze. Upravo pomoću hipotireoidnih stanja, to jest povećane razine TSH u novorođenčadi služi kao svojevrsni dokaz smanjene koncentracije joda u populaciji.

#### 5.4. ODREĐIVANJE NEDOSTATKA JODA U TRUDNOĆI

Određivanje količine joda se u istraživanjima promatra kroz medijan koncentracije joda u urinu, skraćeno MUIC. MUIC veći od 100 mikrograma po litri urina, smatra se referentnom vrijednošću joda kod djece i odraslih, uključujući žene koje nisu trudne. Što se tiče smanjenih vrijednosti, MUIC u intervalu od 50 do 99 mikrograma po litri urina smatra se blagim nedostatkom joda. Ako je MUIC između 20 i 49 mikrograma po litri, tada je riječ o umjerenom nedostatku joda, a svaka vrijednost manja od 20 mikrograma po litri predstavlja teški nedostatak joda. Kada je riječ o trudnicama, postoji propisana preporuka od strane Svjetske Zdravstvene Organizacije čiji MUIC je veći od 150 mikrograma po litri urina. Zanimljiva je činjenica da je prag koji određuje deficijenciju joda kod trudnica još uvijek nepoznat te se određuje na specifičan način. Prate se parametri deficijencije jodom kod djece na nekom području te se u skladu s njima procjenjuje i deficijencija kod trudnica. Primjerice, ako na području neke države SAD-a postoji umjereni nedostatak joda kod djece, smatrat će se da umjereni nedostatak postoji i kod trudnica. Teorija iza ove metode, iako je neprecizna, može se reći da drži vodu. Razlog tome je pojava kretinizma kod djece, za koji znamo da se pojavljuje na područjima koje

karakterizira isključivo težak nedostatak joda. Iz toga se zaključuje upravo ta činjenica da je i u trudnica koncentracija joda bila izrazito mala. Problematika utvrđivanja koncentracije joda u urinu započinje velikom varijabilnosti između pojedinih uzoraka stoga su potrebne daljnje pretrage kako bi se utvrdila deficijencija. Stoga možemo zaključiti da utvrđivanje koncentracije joda u urinu može biti tehnika koja navodi stručnjake na detaljnije analize kako bi se dijagnoza i stanje majke potvrdili.[20]

## 5.5. TEŠKI NEDOSTATAK JODA KOD DJECE

O dijagnostičiranju težeg nedostatka joda na nekom području možemo pričati ako je riječ o populaciji koja ima medijan koncentracije joda u urinu manji od 20 mikrograma po litri, više od 30% djece ima gušavost te majke s tog područja rađaju djecu koja imaju kretinizam. Kretinizam je bolest koja se manifestira na psihičkoj i fizičkoj razini, a uključuje mentalnu retardaciju, distrofiju kostiju, patuljasti rast, problemi sa sluhom i slično. Jedan od oblika kretinizma je takozvani neurološki kretinizam. Njemu su pridruženi simptomi kao što su mentalna retardacija, poremećaj držanja i hodanja, gluhoća, strabizam koji je poremećaj pokretljivosti očiju te čak i spastična diplegija koja je oblik cerebralne paralize. Ovaj oblik je češći, za razliku od drugog oblika, hipotireodnog kretinizma ili još nazvani miksedematozni kretinizam. Ovaj oblik je manje agresivan te rezultira manje teškom mentalnom retardacijom, patuljastim rastom te hipotireozom. Mogu se još javiti i rjeđi simptomi kao što je gruba i suha koža te hrapavi glas. Prosječni IQ iznosi 100 dok je IQ zabilježen kod osoba s kretinizmom 30. [21]

Za razvitak kretinizma postoje brojni faktori i čimbenici. Glavni razlog razvijanja kretinizma je teški manjak joda kod majke dok ostali mogu biti prisutnost tvari u prehrani koje uzrokuju gušavost ili, primjerice, autoimunost štitnjače. Veliko istraživanje provedeno je 60-ih godina prošlog stoljeća na 165000 stanovnika dijela Papue Nove Gvineje koji su

imali težak nedostatak joda te posljedično time i endemski kretinizam. U istraživanju je provedeno injektiranje jodiranog ulja prije začeća ili u trudnoći među ženama kako bi se smanjila tako velika učestalost kretinizma što je na posljetku i potvrđeno. Osim manje stope kretinizma u djece čije su majke primile jodirano ulje u trudnoći, došlo je do poboljšanja motoričkih i kognitivnih sposobnosti u usporedbi s djecom čije su majke primile placebo. Ovom studijom istaknuta je važnost unosa joda kroz prehranu za prevenciju kretinizma među populacijom. Slično istraživanje provedeno je tridesetak godina kasnije u jednom dijelu Kine gdje je također bila velika stopa endemskog kretinizma u populaciji. Majkama se isto tako davalo jodirano ulje te su se promatrali neurološki ishodi kod djece. Rezultati su dali informaciju o boljim kognitivnim sposobnostima djece čije su majke jod primile za vrijeme rane trudnoće. Nešto manju kognitivnu uspješnost imala su djeca čije su majke primile jod u kasnijoj trudnoći. Važno je napomenuti da se kognitivne sposobnosti mjere dva puta u životu djece čije su majke sudjelovale u istraživanju: s dvije te sa osamnaest godina. U oba navrata, djeca čije su majke primile jod u ranoj trudnoći bila su uspješnija te zaključno tome može se istaknuti važnost vremena kada se suplementacija jodom prima. [20]

## 5.6. HRANA BOGATA JODOM

Najveći izvor joda jest jodirana kuhinjska sol koja se svakodnevno upotrebljava u kućanstvima. Osim nje, glavni izvori su također morski plodovi, od riba losos, tuna te bakalar i škampi. Što se tiče biljnih izvora, istaknuti su primjerice češnjak, soja, lisnato povrće kao što su blitva, kupus i špinat, gomolji kao što su krumpir i repa te mahunarke poput graha i graška. Voće koje je bogato jodom su banane te jabuke, točnije njihov sok. Što se tiče soli kao najvećeg izvora joda, važno je napomenuti da čovjek unosom jednog grama jodirane soli, unosi 77 mikrograma joda. Preporučena doza od strane Svjetske zdravstvene organizacije jest 250

mikrograma joda na dnevnoj bazi, što je nešto malo više od pola žličice soli (220 mikrograma joda je u pola žličice soli). [10]

## 6. DRUGI VITAMINI

### 6.1. VITAMINI VAŽNI U TRUDNOĆI

Osim mikronutrijenata kao što su jod i željezo, u trudnoći je također neizostavna suplementacija određenim vitaminima. Osim vitamina B9, koji je poznatiji po nazivu folna kiselina ili folat, ističu se još i vitamini A, D, E i K. Spomenuti vitamini imaju važnu funkciju u razvijanju mnogobrojnih organa i poboljšanju funkcija istih čiji su benefiti istaknuti u tablici.[22]

Tablica 2, Vitamini bitni u trudnoći, [23]

	<b>Vitamin A</b>	<b>Vitamin D</b>	<b>Vitamin E</b>	<b>Vitamin K</b>
<b>Fragmenti na koje pozitivno utječu</b>	Razvoj vidnih organa	Fetalna opskrba kalcijem	Pravilna funkcija respiratornog sistema	Sprječavanje hemoragične bolesti
	Razvoj reproduktivnog sustava	Razvoj fetalnog mozga		
	Podrška imunitetu	Sprječavanje ranog poroda i pobačaja		
	Diferencijacija stanica			
	Rast stanica			

Vitamin A zajednički je naziv za spojeve iz grupe karotenoida i retinoida. Najveća važnost pri razvoju embrija pridaje se retinolu i retinoičnoj kiselini koje utječu na diferencijaciju stanica te analogno tome i na razvoj samog embrija. Manjak ovog vitamina može uzrokovati poremećaje u



mного različitih domena organizma; razvoj očiju, poremećaji dišnog te urogenitalnog sustava. S druge strane, višak vitamina A predstavlja toksično djelovanje na kranijalne živčane stanice što rezultira raznim malformacijama poput facijalnih, malformacija živčanog sustava te malformacija timusa. [23] Vitamin D ima glavnu ulogu u opskrbljivanju fetusa kalcijem koji skuži rastu i razvoju skeleta. Majčino mlijeko nije dobar izvor vitamina D ako majka ne uzima dovoljno suplementacije istim, stoga će bolje ishode imati dijete koje se hrani mlijekom majke koja se i više suplementirala.

## 6.2. HRANA BOGATA VITAMINIMA

Primarni izvor vitamina jest prehrana. Ako dnevni unos vitamina kroz nutritivno bogate namirnice nije zadovoljen, potrebno ih je nadomještati raznim suplementima u obliku kapsula ili u sklopu multivitaminске pripravke. U tablici su navedene namirnice bogate određenim vitaminima.

Tablica 3, hrana bogata vitaminima, [23]

<b>VITAMIN</b>	<b>HRANA</b>
<b>A</b>	Mrkva, breskva, kelj, špinat, govedina, teletina, jaja, punomasni mliječni proizvodi
<b>D</b>	Plava riba, losos, mliječni proizvodi, jaja
<b>E</b>	Orašasti plodovi, kelj, špinat, brokula, sjemenke suncokrete, kiwi
<b>K</b>	Mahunarke, kelj, blitva, špinat, mrkva, grejp, zeleni čaj, maslinovo ulje, jaja, mliječni proizvodi

Vitaminima se isto tako obogaćuju namirnice koje se koriste u svakodnevnom životu. Vitaminom A obogaćuje se čak i šećer, razni začini

te sokovi, ali i mlijeko te ostali mliječni proizvodi. Mliječni proizvodi se isto tako obogaćuju i vitaminom D kao i razne žitarice i njihovi komercijalni proizvodi. Vitamin E koristi se u obogaćivanju mlijeka u prahu, dok vitamin K nije pretjerano popularan u svrsi obogaćivanja namirnica.

### 6.3. VITAMIN B12

Vitamin B12, pod drugim nazivom kobalamin, vitamin je koji je ključan za proizvodnju eritrocita, pravilno neurološko funkcioniranje sustava te sintezu DNA. [24] Isto kao i folati, vitamin B12 također je zaslužan za pravilnu sintezu DNA te prethodno spomenute 1C mehanizme. Njegov nedostatak u organizmu uzrokuje teška zdravstvena stanja nepravilnim sintetiziranjem DNA i narušenim staničnim metabolizmom.

Njegov se manjak posebice veže uz trudnice koje su na veganskoj prehrani, a razlog tome je prisutnost vitamina B12 isključivo u životinjskom tkivu. Sintetiziraju ga specifične bakterije u gastrointestinalnom traktu te se potom u njemu i apsorbira. U trudnoći, zalihe vitamina B12 nalaze se u posteljici te opskrbljuju fetus ovisno o padu njegove koncentracije. Niže koncentracije vitamina B12 u majčinom serumu obično su uzrokovane razrjeđenjem krvi, distribucijom kobalamina u eritrocite te opskrbljivanjem fetusa.

Žene s raznovrsnom prehranom imaju više od 1000 mikrograma vitamina B12 u organizmu, dok su potrebe fetusa svedene na 50 mikrograma. Iz tih informacija vidljivo je da su zalihe koje majka već posjeduje i više nego dovoljne za zadovoljavanje potrebe fetusa tijekom razvijanja. Kada je riječ o dnevnom unosu u trudnoći, preporuka je da se umjesto 2,4 mikrograma dnevno doza poveća na 6 mikrograma na dan. [25]

Pošto vitamin B12 ima vrlo slične funkcije kao i folati, njegov manjak se također manifestira na slične načine. Riječ je o defektu neuralne cijevi, smanjenoj mišićnoj masi, ali isto tako i povećanom rezistencijom na inzulin. Rezistencija na inzulin povezuje se s utjecajem niskih razina B12

na promjene u cirkulirajućim mikroRNA. MikroRNA nalazi se u masnom tkivu stoga te promjene pridonose razvijanju inzulinske rezistencije. [25]

#### 6.4. VITAMIN B3

Vitamin B3 još se naziva nijacin te je važan prekursor piridinskih nukleotida; nikotinamid adenin dinukleotid (NAD) i nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (NADP). U obliku NAD i NADP, nijacin sudjeluje u mnogim reakcijskim mehanizmima u organizmu. Mjere potrebe za unosom nijacina izražene su kao nijacinski ekvivalenti (NE). Tijekom trudnoće povećana je potreba za vitaminom B3 s 14 na 18 NE, a razlog tome jest povećana proizvodnja energije te makromolekula koja je posredovana NAD i NADP. [26]

#### 6.5. VITAMIN B1

Vitamin B1, tiamin, jest vitamin koji sudjeluje u mnogim procesima u ljudskom tijelu kao što je Krebsov ciklus. B1 jest primjer vitamina čije koncentracije isključivo ovise o unosu pomoću hrane zato što se ne sintetizira u tijelu. Izvor tiamina jesu cjelovite žitarice, meso, mahunarke, kvasac te orašasti plodovi. Manjak vitamina B1 kod trudnica manifestira se u takozvanom, postpartum periodu, periodu nakon porođaja. Pojavljuje se u obliku polineuropatije, oštećenja perifernih živaca u tijelu, ili infantilnog beriberija. Infantilni beriberi manifestira se kroz oliguriju što je bolest smanjenog izlučivanja mokraće, kroz progresivni edem te zatajenje srca što ga čini smrtonosnim. Samim time, majke s manjkom vitamina B1 predstavljaju ozbiljni rizik za razvijanje beriberija kod dojenčadi koji ima velike tendencije za biti smrtonosan. [27]

## 6.6. VITAMIN B6

Vitamin B6 pojavljuje se u obliku piridoksina, piridoksala te piridoksamina. Koenzimski oblik naziva se piridoksal fosfat te je on kao takav krucijalan u procesima kognitivnog razvoja, rasta te pravilne funkcije imunološkog sustava. Vitamin B6 je rasprostranjen u hrani i biljnog i životinjskog podrijetla stoga, za razliku od vitamina B12, jest raspoloživ vegetarijancima i veganima. [23] Ovaj je vitamin važan u trudnoći zato što je uključen u proces sinteze eritrocita koji su zaslužni za prijenos kisika do fetusa te za pravilan razvoj živčanog sustava kao i vitamini B12 i B9. Održava pravilnu imunološku funkciju tijekom trudnoće kako ne bi došlo do spontanog pobačaja kao rezultata odbacivanja fetusa od strane imunološkog sustava. Također, u određenim studijama, vitamin B6 je pokazao utjecaj na smanjivanje simptoma jutarnjih mučnina koje su uzrokovane hormonskim promjenama u trudnoći. [28]

## 7. LITERATURA

- [1] B. A. Haider and Z. A. Bhutta, "Multiple-micronutrient supplementation for women during pregnancy," Apr. 13, 2017, *John Wiley and Sons Ltd.* doi: 10.1002/14651858.CD004905.pub5.
- [2] A. D. Gernand, K. J. Schulze, C. P. Stewart, K. P. West, and P. Christian, "Micronutrient deficiencies in pregnancy worldwide: Health effects and prevention," May 01, 2016, *Nature Publishing Group.* doi: 10.1038/nrendo.2016.37.
- [3] V. J. Clemente-Suárez, A. I. Beltrán-Velasco, L. Redondo-Flórez, A. Martín-Rodríguez, and J. F. Tornero-Aguilera, "Global Impacts of Western Diet and Its Effects on Metabolism and Health: A Narrative Review," Jun. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).* doi: 10.3390/nu15122749.
- [4] S. Gurda and J. Juraj, "Primjena dodataka prehrani u trudnica s područja Federacije Bosne i Hercegovine." [Online]. Available: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:873699>
- [5] A. K. Luwangula *et al.*, "Improving Iron and Folic Acid Supplementation Among Pregnant Women: An Implementation Science Approach in East-Central Uganda." [Online]. Available: [www.ghspjournal.org](http://www.ghspjournal.org)
- [6] E. Nemeth and T. Ganz, "Hepcidin-ferroportin interaction controls systemic iron homeostasis," Jun. 02, 2021, *MDPI.* doi: 10.3390/ijms22126493.
- [7] M. H. Ahmed, M. S. Ghatge, and M. K. Safo, "Hemoglobin: Structure, Function and Allostery," in *Subcellular Biochemistry*, vol. 94, Springer, 2020, pp. 345–382. doi: 10.1007/978-3-030-41769-7\_14.
- [8] M. K. Georgieff, "Iron deficiency in pregnancy," Oct. 01, 2020, *Mosby Inc.* doi: 10.1016/j.ajog.2020.03.006.
- [9] L. D. \_ Medicale, "THE CANADIAN MEDICAL ASSOCIATION FOLIC ACID IN PREGNANCY," 1968.
- [10] R. I. Lowensohn, D. D. Stadler, and C. Naze, "Current Concepts of Maternal Nutrition," 2016. [Online]. Available: [www.obgynsurvey.com](http://www.obgynsurvey.com)
- [11] A. J. Copp, N. S. Adzick, L. S. Chitty, J. M. Fletcher, G. N. Holmbeck, and G. M. Shaw, "Spina bifida," *Nat Rev Dis Primers*, vol. 1, Apr. 2015, doi: 10.1038/nrdp.2015.7.
- [12] D. Chitayat *et al.*, "Folic acid supplementation for pregnant women and those planning pregnancy: 2015 update," Feb. 01, 2016, *Blackwell Publishing Inc.* doi: 10.1002/jcph.616.
- [13] J. L. Revuelta, C. Serrano-Amatriain, R. Ledesma-Amaro, and A. Jiménez, "Formation of folates by microorganisms: towards the biotechnological production of this vitamin," Oct. 01, 2018, *Springer Verlag.* doi: 10.1007/s00253-018-9266-0.
- [14] A. Hudek and J. Juraj, "Folna kiselina kao dodatak prehrani i bioaktivna komponenta hrane." [Online]. Available: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:524165>

- [15] K. S. Crider *et al.*, “Folic Acid and the Prevention of Birth Defects: 30 Years of Opportunity and Controversies,” Aug. 22, 2022, *Annual Reviews Inc.* doi: 10.1146/annurev-nutr-043020-091647.
- [16] N. D. E. Greene and A. J. Copp, “Neural tube defects,” 2014, *Annual Reviews Inc.* doi: 10.1146/annurev-neuro-062012-170354.
- [17] K. S. Crider, L. B. Bailey, and R. J. Berry, “Folic acid food fortification-its history, effect, concerns, and future directions,” 2011, *MDPI AG.* doi: 10.3390/nu3030370.
- [18] G. M. de Escobar, M. J. Obregón, and F. Escobar del Rey, “Maternal thyroid hormones early in pregnancy and fetal brain development,” *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, vol. 18, no. 2, pp. 225–248, Jun. 2004, doi: 10.1016/J.BEEM.2004.03.012.
- [19] “Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination Third edition A guide for progrAmme mAnAgers.”
- [20] S. A. Sheila, “Iodine deficiency in pregnancy: The effect on neurodevelopment in the child,” *Nutrients*, vol. 3, no. 2, pp. 265–273, 2011, doi: 10.3390/nu3020265.
- [21] A. Melse-Boonstra and N. Jaiswal, “Iodine deficiency in pregnancy, infancy and childhood and its consequences for brain development,” *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, vol. 24, no. 1, pp. 29–38, Feb. 2010, doi: 10.1016/J.BEEM.2009.09.002.
- [22] G. F. M. Ball, “Vitamins Their Role in the Human Body.”
- [23] G. F. Combs Jr, “The Vitamins, Third Edition.”
- [24] R. C. Langan and A. J. Goodbred, “Vitamin B 12 Deficiency: Recognition and Management,” 2017. [Online]. Available: [www.aafp.org/afp](http://www.aafp.org/afp).
- [25] S. Rashid, V. Meier, and H. Patrick, “Review of Vitamin B12 deficiency in pregnancy: a diagnosis not to miss as veganism and vegetarianism become more prevalent,” Apr. 01, 2021, *Blackwell Publishing Ltd.* doi: 10.1111/ejh.13571.
- [26] R. Freese and V. Lysne, “Niacin – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023,” 2023, *Swedish Nutrition Foundation.* doi: 10.29219/fnr.v67.10299.
- [27] O. Kareem, S. Nisar, M. Tanvir, U. Muzaffer, and G. N. Bader, “Thiamine deficiency in pregnancy and lactation: implications and present perspectives,” 2023, *Frontiers Media S.A.* doi: 10.3389/fnut.2023.1080611.
- [28] R. A. Salam, N. F. Zuberi, and Z. A. Bhutta, “Pyridoxine (vitamin B6) supplementation during pregnancy or labour for maternal and neonatal outcomes,” Jun. 03, 2015, *John Wiley and Sons Ltd.* doi: 10.1002/14651858.CD000179.pub3.

## 8. ŽIVOTOPIS



europass

### Lora Dumenčić

**Datum rođenja:** 09/04/2002 | **Državljanstvo:** hrvatsko | **Telefonski broj:** (+385) 922849355 (Mobilni telefon) | **E-adresa:** [lora.dumencic@gmail.com](mailto:lora.dumencic@gmail.com) | **Adresa:** Mundanije 188, 51280, Rab, Hrvatska (Kućna)

#### ● RADNO ISKUSTVO

01/07/2018 – 01/09/2018 Rab, Hrvatska  
**POMOĆNI RADNIK KONZUM PLUS D.O.O.**

01/07/2019 – 01/09/2019 Rab, Hrvatska  
**POMOĆNI RADNIK KONZUM PLUS D.O.O.**

01/07/2020 – 01/09/2020 Rab, Hrvatska  
**KONOBARICA RESTORAN MASLINA**

01/07/2021 – 15/09/2021 Rab, Hrvatska  
**UNAPREĐIVAČICA PRODAJE ZVIJEZDA PLUS D.O.O.**

01/07/2022 – 15/09/2022 Rab, Hrvatska  
**UNAPREĐIVAČICA PRODAJE ZVIJEZDA PLUS D.O.O.**

01/07/2022 – 15/09/2022 Rab, Hrvatska  
**UNAPREĐIVAČICA PRODAJE AWT INTERNATIONAL D.O.O.**

01/07/2023 – 15/09/2023 Rab, Hrvatska  
**UNAPREĐIVAČICA PRODAJE ZVIJEZDA PLUS D.O.O.**

01/07/2023 – 15/09/2023 Rab, Hrvatska  
**UNAPREĐIVAČICA PRODAJE AWT INTERNATIONAL D.O.O.**

01/07/2024 – 15/09/2024 Rab, Hrvatska  
**UNAPREĐIVAČICA PRODAJE AWT INTERNATIONAL**

#### ● OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

2017 – 2021 Rab, Hrvatska  
**STUDENTICA** Srednja škola Markantuna de Dominisa, OPĆA GIMNAZIJA

TRENUTAČNO Rijeka, Hrvatska  
**STUDENTICA** Fakultet biotehnologije i razvoja lijekova

#### ● JEZIČNE VJEŠTINE

Materinski jezik/jezici: **HRVATSKI**

Drugi jezici: **ENGLESKI** | **NJEMAČKI**

#### ● DIGITALNE VJEŠTINE

MS Office (Word Excel PowerPoint) | Internet | Društvene mreže | Informacije i komunikacija (pretraivanje interneta)

#### ● KONFERENCIJE I SEMINARI

Rijeka  
**Studentska konferencija DARWIN**

#### ● POČASTI I NAGRADE

2018  
**Stipendija Grada Raba – Grad Rab**

2019  
**Stipendija Grada Raba – Grad Rab**

---

2020  
**Stipendija Grada Raba – Grad Rab**

---

2021  
**Državna stipendija**

---

2022  
**Državna stipendija**

---

2023  
**Državna stipendija**

---

2017  
**Učenica generacije (osnovna škola)**

---

2021  
**Učenica generacije (srednja škola)**

---

● **VOLONTIRANJE**

---

TRENUTAČNO Rijeka  
**Udruga studenata biotehnologije - USBRI**

---

Rab  
**Gradsko društvo Crvenog križa Rab**

---