

Trudnoća i vitamin D

Kranjec, Ema

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:434345>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam**

Ema Kranjec
0058222421

**TRUDNOĆA I VITAMIN D
ZAVRŠNI RAD**

Predmet: Analitika hrane

Mentor: prof. dr. sc. Marina Krpan

Zagreb, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

Trudnoća i vitamin D
Ema Kranjec, 0058222421

Sažetak:

Trudnoća je osjetljivo razdoblje svake žene koje najčešće uključuje promjenu prehrambenih i životnih navika, a obuhvaća niz fizioloških, anatomskih, tjelesnih i psihičkih promjena. Vitamin D je esencijalan za zdravlje trudnica i njihovih novorođenčadi, igrajući ključnu ulogu u metabolizmu kalcija i fosfora te imunološkom sustavu. Kroz pregled literature analizirana je povezanost između razine vitamina D i rizika od komplikacija kao što su preeklampsija, gestacijski dijabetes, prijevremeni porod i niska porođajna masa djeteta. Rad, također, razmatra preporuke za unos vitamina D putem prehrane i suplementacije, naglašavajući važnost praćenja i prilagodbe prehrambenih navika tijekom trudnoće. Zaključci naglašavaju potrebu za jasnim smjernicama i edukacijom trudnica o unosu vitamina D te pozivaju na daljnja istraživanja kako bi se optimizirale preporuke i smanjila prevalencija komplikacija u trudnoći.

Ključne riječi: Vitamin D, trudnoća, mikronutrijenti, makronutrijenti, perinatalni ishodi

Rad sadrži: 27 stranica, 0 slika, 3 tablice, 60 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Marina Krpan

Pomoć pri izradi: Vedrana Škoro Rendulić, mag. nutr. KBC Sestre milosrdnice

Datum obrane: 10. rujna 2024.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Nutrition

Department of Food Quality Control
Laboratory for Food Quality Control

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

Vitamin D and Pregnancy

Ema Kranjec, 0058222421

Abstract:

Pregnancy is a sensitive period for every woman, often involving changes in dietary and life-style habits, and encompasses various physiological, anatomical, physical, and psychological changes. Vitamin D is essential for the health of pregnant women and their newborns, playing a crucial role in calcium and phosphorus metabolism and the immune system. Through a literature review, the relationship between vitamin D levels and the risk of complications such as preeclampsia, gestational diabetes, preterm birth, and low birth weight has been analyzed. The paper also examines recommendations for vitamin D intake through diet and supplementation, emphasizing the importance of monitoring and adjusting dietary habits during pregnancy. The conclusions underline the need for clear guidelines and education for pregnant women on vitamin D intake and call for further research to optimize recommendations and reduce the prevalence of pregnancy complications.

Keywords: Vitamin D, pregnancy, micronutrients, macronutrients, perinatal outcomes

Thesis contains: 27 pages, 0 figures, 3 tables, 60 references

Original in: Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD Marina Krpan, Full Professor

Technical support and assistance: Vedrana Škoro Rendulić, MSc, Sestre milosrdnice University Hospital Center

Thesis defended: September 10, 2024

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. TEORIJSKI DIO | 2 |
| 2.1. TRUDNOĆA..... | 2 |
| 2.1.1. PREHRANA ŽENA PRIJE TRUDNOĆE | 2 |
| 2.1.2. PROMJENE TJELESNE MASE (TM) U TRUDNOĆI I UTJECAJ NA PERINATALNI ISHOD | 3 |
| 2.2. PREHRANA U TRUDNOĆI | 5 |
| 2.2.1. POTREBE ZA MAKRONUTRIJENTIMA U TRUDNOĆI | 6 |
| 2.2.1.1. PROTEINI | 6 |
| 2.2.1.2. UGLJIKOHIDRATI | 6 |
| 2.2.1.3. MASTI | 6 |
| 2.2.2. POTREBE ZA MIKRONUTRIJENTIMA U TRUDNOĆI | 7 |
| 2.2.2.1. KALCIJ | 7 |
| 2.2.2.2. MAGNEZIJ | 7 |
| 2.2.2.3. ŽELJEZO | 8 |
| 2.2.2.4. VITAMIN A | 8 |
| 2.2.2.5. VITAMIN B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₆ , B ₁₂ | 8 |
| 2.2.2.6. FOLNA KISELINA ILI FOLAT | 9 |
| 2.2.2.7. VITAMIN C | 9 |
| 2.3. VITAMIN D | 10 |
| 2.3.1. FIZIOLOŠKA ULOGA VITAMINA D | 10 |
| 2.3.2. DEFICIT VITAMINA D | 11 |
| 2.3.3. VITAMIN D U PREHRANI | 12 |
| 2.3.4. SUPLEMENTACIJA VITAMINOM D | 13 |
| 2.4. KOMPLIKACIJE U TRUDNOĆI POVEZANE S NEDOSTATKOM VITAMINA D | 14 |
| 3. ZAKLJUČCI | 20 |
| 4. POPIS LITERATURE | 21 |

1. UVOD

Trudnoća je biološko stanje u kojem se žensko tijelo prilagođava zaštiti, rastu i razvoju fetusa. Tijekom ovog razdoblja, potrebe za hranjivim tvarima značajno se povećavaju kako bi podržale zdravlje majke i djeteta. Zbog promjena poput hormonalnih prilagodbi, povećanja volumena krvi i rasta maternice, potrebe za makro i mikronutrijentima su posebno izražene.

Tijekom trudnoće, organizam trudnice prolazi kroz velike promjene, zbog čega je važno regulirati i pridržavati se prehrambenih smjernica. Nutritivni status majke prije i tijekom trudnoće utječe na mogućnost začeća i ishod trudnoće, stoga je ključno održavati zdravlje majke putem pravilne prehrane prilagođene individualnim potrebama, dovoljnog unosa tekućine, lagane tjelesne aktivnosti (ukoliko nema komplikacija) te adekvatnog porasta tjelesne mase.

Među ključnim mikronutrijentima, vitamin D zauzima posebno mjesto zbog svoje uloge u održavanju ravnoteže kalcija i fosfora, što je ključno za razvoj kostiju fetusa. Osim osnovne fiziološke uloge, vitamin D je povezan i s nizom komplikacija koje mogu nastati tijekom trudnoće uslijed njegovog nedostatka. Istraživanja su pokazala da manjak vitamina D može dovesti do ozbiljnih zdravstvenih komplikacija kao što su gestacijski dijabetes (GDM), preeklampsija, prijevremeni porod i niska porođajna masa (PM) djeteta, što naglašava potrebu za pravilnim unosom ovog vitamina prije i tijekom trudnoće.

Cilj ovog završnog rada bio je istražiti antropometrijske parametre, prehrambene i životne navike te potrebe žena u trudnoći i analizirati ulogu vitamina D tijekom trudnoće, njegove utjecaje na zdravlje trudnica i novorođenčadi te utvrditi preporučene potrebe za ovim vitaminom kako bi se smanjio rizik od komplikacija povezanih s njegovim nedostatkom.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. TRUDNOĆA

Trudnoća je biološko stanje u kojem se žensko tijelo prilagođava zaštiti, rastu i razvoju fetusa. Ona započinje nakon začeća, kada se oplodeno jajašce implantira u stjenku maternice te obično traje oko 40 tjedana, računajući od početka posljednjeg menstrualnog ciklusa. Žensko tijelo, tijekom trudnoće, zahvaćaju brojne fiziološke promjene kako bi se omogućio rast i razvoj fetusa, uključujući hormonalne promjene, povećanje volumena krvi, rast maternice i promjene u tjelesnoj masi. Podijeljena je na tri tromjesečja, od kojih svako traje 13 - 14 tjedana. U 1. tromjesečju je kvaliteta prehrane važnija od kvantitete te se preporučuje konzumacija hrane visoke nutritivne gustoće. Nedostatak esencijalnog nutrijenta može utjecati na embrij/fetus i prije nego što deficit postane vidljiv kod majke. U 2. tromjesečju su formirani svi organi te izloženost toksičnim supstancama također može utjecati na razvoj, ali u manjoj mjeri nego u 1. tromjesečju. 3. tromjesečje je ključno za razvoj fetusa, fetus dobiva veći prioritet pri stvaranju zaliha željeza pa može iscrpiti majčine zalihe. Za opskrbu fetusa hranjivim tvarima i kisikom zaslužna je posteljica. Hranjive tvari potrebne za rast i razvoj fetusa prenose se putem posteljice, koja djeluje kao "most" između majke i djeteta. Ova iznimno važna struktura omogućuje prijenos plinova i hranjivih tvari poput glukoze, aminokiselina, lipida, slobodnih masnih kiselina, malih količina majčinog kolesterola, triglicerida, fosfolipida, bjelančevina i vitamina. Osim toga, posteljica također prenosi elektrolite, vodu, kisik i majčina protutijela fetusu kako bi ga zaštitila od infekcija. Suprotno tome, produkti metabolizma poput ureje, bilirubina i mokraćne kiseline prelaze iz fetalne u majčinu krv radi daljnje obrade i eliminacije. Ova kompleksna interakcija između majke i fetusa putem posteljice ključna je za optimalan rast i razvoj djeteta tijekom trudnoće (Ivanišević, 2014).

2.1.1. Prehrana žena prije trudnoće

Razdoblje prije trudnoće je ključno za usvajanje zdravih prehrambenih navika i postizanje optimalne tjelesne mase kako bi se umanjili potencijalni rizici tijekom trudnoće. No, ukoliko je trudnoća neplanirana, a kada se otkrije trudnoća, organogeneza je već započela. Stoga je važno da buduće majke u njihovom reproduktivnom razdoblju pridaju važnost zdravoj prehrani i održavanju odgovarajuće tjelesne mase kako bi se umanjili rizici tijekom trudnoće (Weiner Strugar, 2020). Sve više žena reproduktivne dobi diljem svijeta pripada ekstremnim skupinama prehrambenih navika i statusa uhranjenosti. Postoje brojni dokazi koji upućuju na to da ekstremni prehrambeni uvjeti i status tijekom trudnoće mogu imati štetne posljedice, uključujući poremećeni fetalni razvoj i rast, komplikacije tijekom trudnoće i poroda, te lošije

zdravlje u budućnosti za majku i dijete. Trenutačni dokazi pokazuju da su veličina majčinog tijela, način prehrane i status prehrane prije i tijekom trudnoće važni čimbenici za zdravlje fetusa. Neadekvatna prehrana i prekomjerna prehrana i tjelesna masa prije i tijekom trudnoće pridonose komplikacijama povezanim s plodnošću. Prosječan udio tjelesne masti kod žena iznosi otprilike 28 % tjelesne mase, dok istraživanja pokazuju da minimalni udio tjelesne masti od oko 22 % ima važnu ulogu u održavanju normalne ovulacijske funkcije i redovitih menstrualnih ciklusa. Žene koje održavaju nisku tjelesnu masu, pate od poremećaja u prehrani ili često prakticiraju dijetu, često se suočavaju s nepravilnostima u menstrualnom ciklusu, što može otežati začeće. Povećanje tjelesne mase može povratiti plodnost, sugerirajući da visok postotak tjelesne masti kod žena, u usporedbi s muškarcima, može izravno utjecati na reproduktivne funkcije. Ipak, prekomjerne zalihe tjelesne masti također mogu negativno utjecati na plodnost. Povećanje tjelesne mase vraća plodnost, što ukazuje na to da relativno visok postotak tjelesne masti kod žena, u usporedbi s muškarcima, može izravno utjecati na reprodukciju. Međutim, prekomjerne zalihe tjelesne masti također mogu narušiti plodnost. Istraživanja su otkrila da žene s masnim tkivom koje se akumulira na abdomenu (što se očituje omjerom struka i bokova od 0,8 ili više) imaju manje izgleda za začeće u usporedbi s ženama kod kojih se mast taloži na perifernim dijelovima tijela (što rezultira omjerom struka i bokova manjim od 0,8). Depoziti masti u središnjim dijelovima tijela imaju veći utjecaj na smanjenje plodnosti u odnosu na dob ili težinu pretilosti. Ovo može biti povezano s inzulinskom rezistencijom, koja je često prisutna kod osoba s naglašenom trbušnom masnoćom, i njenim utjecajem na androgene hormone i luteinizirajući hormon, što može smanjiti održivost jajnih stanica. Majke s niskim indeksom tjelesne mase (ITM) prije i tijekom trudnoće suočavaju se s povećanim rizikom od rađanja novorođenčadi s visokom tjelesnom masom. Nedostatak tjelesne mase također je povezan s većim rizikom od zdravstvenih problema i smrtnosti kod novorođenčadi te s povećanim rizikom od degenerativnih bolesti u kasnijem životu potomstva. S druge strane, prekomjerna tjelesna masa ili pretilost prije i tijekom trudnoće povezani su s rizikom od raznih komplikacija, uključujući GDM, trudničku hipertenziju, preeklampsiju i kongenitalne mane. Pretilost također povećava vjerojatnost abnormalnog porođaja i potrebe za hitnim carskim rezom. Štoviše, novorođenčad rođena prije termina od majke s prekomjernom tjelesnom masom često imaju manje šanse za preživljavanje (Williamson, 2006).

2.1.2. Promjene tjelesne mase (TM) u trudnoći i utjecaj na perinatalni ishod

Tijekom trudnoće, organizam prolazi kroz složene metaboličke prilagodbe, uključujući povećanje bazalnog metabolizma što je rezultat dodatne potrošnje energije za rast fetusa i

potpornih tkiva. Ukupne energetske potrebe tijekom cijelog razdoblja trudnoće procjenjuju se između 60 000 i 170 000 kcal, pri čemu se pretpostavlja da trudnica s prirastom TM od 12,3 kg i PM djeteta od oko 3300 g zahtijeva otprilike 85 000 kcal. Ovaj povećani unos energije trebao bi rezultirati porastom TM, koja tijekom zdrave trudnoće obično iznosi između 10 i 16 kg, ovisno o početnoj TM prije trudnoće (tablica 1.), dok prosječan prirast TM u zdravoj trudnoći iznosi približno 12,5 kg (Zovko, 2022). Smanjenje TM može rezultirati raznim metaboličkim poremećajima, poput ketonemije, povećanog izlučivanja dušika putem urina te smanjene proizvodnje glukoneogenih aminokiselina (Kominiarek i Rajan, 2016).

Tablica 1. Preporučeno povećanje TM tijekom trudnoće s obzirom na ITM (Kominiarek i Peaceman, 2017)

| ITM prije trudnoće | Ukupni prirast TM | Prirast TM u 2. i 3. trimestru |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| < 18,5 kg/m ² | 12,5 - 18 kg | 0,44 - 0,58 kg/tjedan |
| 18,5 - 24,9 kg/m ² | 11,5 - 16 kg | 0,35 - 0,50 kg/tjedan |
| 25,0 - 29,9 kg/m ² | 7 - 11,5 kg | 0,23 - 0,33 kg/tjedan |
| ≥ 30,0 kg/m ² | 5 - 9 kg | 0,17 - 0,27 kg/tjedan |

*TM – tjelesna masa; ITM – indeks tjelesne mase

U prvoj polovini trudnoće majka pohranjuje oko 3,5 kilograma masti i oko 900 grama bjelančevina, dok tijekom druge polovine trudnoće iskorištava rezervnu mast i povećava rezistenciju na inzulin (Kljaković Gašpić i Švaljug, 2018).

Trudnoća je potaknuta hormonskim promjenama kako bi se zadovoljile potrebe fetusa i majke za hranjivim tvarima. Različite fiziološke promjene nastaju tijekom različitih faza trudnoće, prilagođavajući se gestacijskoj dobi i potrebama rastućeg djeteta. Hormoni poput humanog korionskog gonadotropina, humanog placentarnog laktogena, estrogena i progesterona igraju ključnu ulogu tijekom trudnoće. Humani korionski gonadotropin održava funkciju žutog tijela u ranoj fazi trudnoće, dok humani placentarni laktogen djeluje kao čimbenik rasta za fetus i posteljicu, te utječe na metabolizam lipida i ugljikohidrata. Estrogeni, uključujući estron, estradiol i estriol, potiču sintezu proteina koji se vežu uz hormone, što povećava ukupne razine hormona i utječe na metabolizam ugljikohidrata, lipida i kostiju, dok progesteron opušta glatke mišiće i može uzrokovati atoniju gastrointestinalnog i urinarnog trakta. Tijekom prvih tjedana trudnoće, kada se odvija više od 90 % fetalnog rasta, potreba fetusa za hranjivim tvarima je posebno velika. Istovremeno, razina lipida u serumu raste, s triacilglicerolom koji bilježi najveći porast, dok albumin opada za oko 10 % u prvih 10 tjedana trudnoće, što rezultira smanjenjem koncentracije cirkulirajućih tvari. Ukupne energetske potrebe za povećanje bazalnog

metabolizma tijekom trudnoće procjenjuju se na oko 151 MJ (36 000 kcal), dok dnevni unos energije u posljednjem tromjesečju iznosi približno 0,97 MJ (230 kcal). Ove promjene mogu dovesti do smanjenja brzine sinteze lipida i pohrane masti kod majke, promjena u intenzitetu tjelesnih aktivnosti, te povećanja konzumacije hrane i unosa energije (Kljaković Gašpić, 2017).

PM označava prvu izmjerenu masu novorođenčeta neposredno nakon rođenja. Normalna PM za novorođenčad rođenu u terminu kreće se između 2500 i 4000 grama. Prema ovom kriteriju, novorođenčad koja ima manje od 2500 grama smatra se malom, dok se ona koja ima više od 4000 g smatra velikom i sklona je ubrzanom rastu. Novorođenčad PM manje 2500 g je podijeljena u tri podskupine:

- a) niska PM (1500 g – 2500 g)
- b) vrlo niska PM (1000 g – 1500 g)
- c) osobito niska PM (500 g – 1000 g) (Kurjak i Matijević R, 2003).

Fetalna makrosomija je definirana u novorođenčadi čija je PM preko 4000 g (Šegregur, 2009).

2.2. PREHRANA U TRUDNOĆI

Prehrana tijekom trudnoće igra ključnu ulogu u očuvanju zdravlja majke i optimalnom razvoju fetusa. Kako bi trudnoća protekla bez poteškoća, potrebno je zadovoljiti određene uvjete, uključujući urednu obiteljsku i osobnu anamnezu oba partnera. Povećani apetit tijekom trudnoće zahtijeva redovite obroke. U prvom tromjesečju važno je izbjegavati određene namirnice zbog rizika od neurodermitisa, budući da je to razdoblje organogeneze i najosjetljivije razdoblje trudnoće. U tom razdoblju, pravilna prehrana je od presudne važnosti, a često je potrebno i uvesti suplemente kako bi se osigurala sve nutritivne potrebe. U zadnja tri mjeseca trudnoće posebnu pozornost treba posvetiti unosu željeza zbog povećanja volumena krvi. Osiguravanje odgovarajućih preduvjeta ključno je za uredan tijek trudnoće. Prehrana tijekom trudnoće je od izuzetne važnosti jer prekomjeren ili nedovoljan unos hrane može negativno utjecati na tijek i ishod trudnoće. Rast i razvoj fetusa zahtijevaju povećanu količinu hranjivih tvari u prehrani majke. Potrebe za hranjivim tvarima ovise o stupnju trudnoće i majčinoj aktivnosti. Iako su trudnice s komplikacijama ograničene na mirovanje, njihove potrebe za hranjivim tvarima ostaju jednake kao kod aktivnih trudnica, dok im je potreban manji energetske unos. Unos hranjivih tvari također ovisi o građi majke, odnosno njezinoj početnoj masi i visini. Tijekom trudnoće javljaju se različite tjelesne i psihičke promjene, zbog čega je od velike važnosti posvetiti pažnju očuvanju zdravlju. Pravilnom prehranom trudnica ne samo da brine za svoje zdravlje, već postavlja temelje zdravlja nerođenog djeteta. To se postiže temeljenjem prehrane na raznovrsnoj, cjelovitoj hrani bogatoj hranjivim tvarima,

uključujući voće, povrće, mahunarke, cjelovite žitarice, zdrave masti s omega-3 masnim kiselinama koje se nalaze u orašastim plodovima, sjemenkama i ribi, umjesto konzumacije visoko prerađene hrane lošije kvalitete. Takva prehrana osigurava visoku nutritivnu gustoću i smanjuje rizik od prekomjernog energijskog unosa u usporedbi s tipičnom zapadnjačkom prehranom koja se sastoji od visoko prerađene hrane, masnog crvenog mesa te zaslađenih namirnica i pića. Žene koje se pridržavaju "razboritih" ili "zdravstveno osviještenih" obrazaca prehrane prije i tijekom trudnoće mogu imati manje komplikacija i bolje zdravstvene ishode za svoje dijete. (Marshall i sur., 2022)

2.2.1. Potrebe za makronutrijentima u trudnoći

2.2.1.1. Proteini

Proteini su esencijalni za rast i razvoj fetusa, kao i za povećanje maternice, placente i drugih tkiva majke. Unos proteina kroz trudnoću se mijenja, on raste proporcionalno s tjednima trudnoće te se u drugom tromjesečju preporučuje unos od oko 1,1 gram proteina po kilogramu TM dnevno tijekom trudnoće, što je otprilike 70 - 75 grama dnevno za prosječnu trudnicu (Rasmussen & Yaktine, 2009). Izvori kvalitetnih proteina uključuju nemasno meso, ribu, jaja, mliječne proizvode s niskim udjelom masti, mahunarke i orašaste plodove. (Shahid i sur., 2012).

2.2.1.2. Ugljikohidrati

Preporučeni dnevni unos ugljikohidrata tijekom trudnoće iznosi 45 – 65 % ukupnog energijskog unosa, pri čemu se potrebe povećavaju sa 130 g na 175 g dnevno (Gurda, 2021; Kominiarek i Rajan, 2016). Unos ugljikohidrata je važan zato što je on glavni izvor energije za trudnicu i fetus. Važan je odabir vrste ugljikohidrata, glavni izvor trebao bi se temeljiti na složenim ugljikohidratima u koje ubrajamo škrob i prehrambena vlakna, dok bi se jednostavni ugljikohidrati trebali izbjegavati. Kod trudnica se često javlja konstipacija u čemu mogu pomoći prehrambena vlakna čija je preporuka 28 g dnevno (Williamson, 2006).

2.2.1.3. Masti

Unos masti tijekom trudnoće se ne mijenja i on iznosi 25 - 35 % dnevnog energijskog unosa kao i prije trudnoće (Kominiarek i Rajan, 2016). Naglasak se stavlja na unos dugolančanih polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) posebice na dokosaheksaenoičnu (DHA) i arahidonsku (AA) masnu kiselinu koje su važne su za fetalni razvoj mozga, živčanog sustava i mrežnice, te je odgovarajuća opskrba neophodna tijekom trudnoće. Najbolji prehrambeni

izvor dugolančanih omega-3 masnih kiselina (EPA i DHA) je riba bogata uljem. Također postoje neki dokazi da povećani unos dugolančanih n-3 masnih kiselina tijekom trudnoće može imati blagotvoran učinak na PM ili trajanje trudnoće (Williamson, 2006). Zasićene i transmasne kiseline treba izbjegavati osobito one iz procesirane i pržene hrane.

2.2.2. Potrebe za mikronutrijentima u trudnoći

2.2.2.1. Kalcij

Kalcij je esencijalan nutrijent koji ima ključnu ulogu u mineralizaciji kostiju i održavanju staničnih membrana, a uključuje se u brojne biološke procese poput transdukcije signala, oslobađanja neurotransmitera te funkcije živčanih stanica, kontrakcije mišića, regulacije enzima i hormona (Mousa i sur., 2019). Referentni dnevni unos kalcija je između 1000 i 1200 mg, a prema prehranbenim smjernicama ne postoji potreba za povećanjem tijekom trudnoće odnosno suplementacija je potrebna ako je nedostatan unos prehranom. Međutim, adolescentne trudnice trebaju povećati unos kalcija zbog nastavka rasta koštanog tkiva. Dobri prehranbeni izvori kalcija uključuju zeleno lisnato povrće, ribu koja sadrži meke kosti (npr. konzervirane srdele i sardine), mahunarke i hranu napravljenu od obogaćenog brašna (npr. kruh). Mlijeko i mliječni proizvodi najbolji su prehranbeni izvori kalcija jer imaju visok sadržaj kalcija, a bioraspoloživost je također visoka. Alternativni izvori prehrane za vegane i žene koje ne konzumiraju mliječnu hranu također uključuju orašaste plodove, sušeno voće i obogaćeno sojino mlijeko i druge proizvode od soje, npr. tofu (Williamson, 2006). Neadekvatan unos kalcija kod majke može uzrokovati osteopeniju, paresteziju, mišićne grčeve, tetanus i tremor. Također može rezultirati lošom mineralizacijom fetalnih kostiju, niskom PM i povećanim rizikom od hipertenzivnih poremećaja (Mousa i sur., 2019).

2.2.2.2. Magnezij

Magnezij je esencijalan mineral koji ima ključnu ulogu u brojnim biološkim procesima, kao što je kataliziranje više od 600 enzimskih reakcija i aktiviranje dodatnih 200 enzima. Bitan je za sintezu nukleinskih kiselina i proteina, metabolizam glukoze, proizvodnju adenzin trifosfata (ATP), formiranje kostiju, kao i za neurološku funkciju, mišićne kontrakcije i regulaciju vaskularnog tonusa (Dalton i sur., 2016). Osim što pomaže u održavanju normalne funkcije živaca i mišića, magnezij također doprinosi regulaciji krvnog tlaka, srčanog ritma i razine glukoze u krvi. On također igra ključnu ulogu u metabolizmu kalcija, jer je potreban za lučenje paratirehipoidnog hormona (PTH), koji povećava proizvodnju aktivnog oblika vitamina D i olakšava apsorpciju kalcija i fosfora (Bušić, 2020). Preporučena količina magnezija koju trudnice trebaju ovisi o njihovoj dobi: 400 mg dnevno za one u dobi od 14 do 18 godina, 350

mg za trudnice između 19 i 30 godina, i 360 mg za trudnice od 31 do 50 godina (Fanni i sur., 2020). Bogati izvori magnezija iz hrane uključuju banane, orašaste plodove, sjemenke suncokreta, krumpir, ječam, tofu, peršin, kakao, zob, grožđice, mahunarke, mrkvu i morske plodove.

2.2.2.3. Željezo

Tijekom trudnoće, potrebe za željezom rastu kako bi se osigurala adekvatna opskrba rastućeg fetusa i placente te za proizvodnju povećanog broja crvenih krvnih stanica kod majke. Fetus akumulira najveću količinu željeza tijekom posljednjeg tromjesečja, a njegove potrebe za željezom zadovoljavaju se iz majčinih zaliha. Anemija u trudnoći može povećati rizik od rođenja djeteta s niskom PM i razvoja anemije uzrokovane nedostatkom željeza kod novorođenčeta (Williamson, 2006). Dodaci željeza se često preporučuju tijekom trudnoće jer su potrebe za željezom gotovo dvostruko veće. Potrebni dnevni unos željeza u trudnoći je 27 mg. Vitamin C može poboljšati apsorpciju željeza, dok mlijeko i čaj mogu inhibirati njegovu apsorpciju. Namirnice bogate željezom uključuju crveno meso, perad, ribu, morske plodove, mahunarke, zeleno lisnato povrće, sjemenke i orašaste plodove (Kominiarek i Rajan, 2016).

2.2.2.4. Vitamin A

Vitamin A ključan je za diferencijaciju i proliferaciju stanica, kao i za razvoj srca, ušiju, kralježnice i očiju. Nedostatak vitamina A je rijedak, no potomci majka s nedostatkom imaju višu stopu mortaliteta, što se može povezati s oslabljenom imunološkom funkcijom (Kominiarek i Rajan, 2016). Potrebe za vitaminom A su najveće tijekom trećeg tromjesečja, kada fetus najbrže raste. Unos vitamina A tijekom trudnoće, prema referentnim prehrambenim smjernicama, trebao bi se povećati za najviše 100 µg dnevno u odnosu na unos prije trudnoće, čime bi ukupni dnevni unos iznosio 700 µg (Williamson, 2006). Maksimalni dodatak vitamina A tijekom trudnoće je 8000 IU dnevno. Retinolni oblik vitamina A može imati teratogene učinke, dok se karotenoidna verzija, prisutna u hrani poput mrkve, ne povezuje s tim rizicima (Kominiarek i Rajan, 2016).

2.2.2.5. Vitamin B₁, B₂, B₃, B₆, B₁₂

Vitaminski kompleks, uključujući vitamine B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), B₃ (niacin), B₆ (piridoksin) i B₁₂ (cijanokobalamin), topivi su u vodi i neophodni za oslobađanje i proizvodnju energije u stanicama te za metabolizam masti, proteina i ugljikohidrata. Oni djeluju kao koenzimi u nekoliko ključnih metaboličkih puteva, uključujući stvaranje energije i krvnih stanica (Mousa i sur., 2019). Vitamin B₁₂ je posebno važan zbog svoje uloge u metabolizmu folata, folne kiseline i homocisteina. Nalazi se isključivo u hrani životinjskog podrijetla, pa je često potrebna suplementacija kod trudnica veganki (Allen i sur., 1993). Tijekom trudnoće, vitamin

B₁₂ je ključan za razvoj fetusa zbog svoje uloge u sintezi DNA i metionina (Moreno Garcia i sur., 2013). Nedostatak tiamina može ugroziti razvoj mozga fetusa zbog metaboličkih poremećaja u enzimskim sustavima ovisnim o tiaminu, koji su uključeni u sintezu lipida i nukleotida u mozgu. Također, nedostatak riboflavina i niacina povezan je s preeklampsijom, urođenim srčanim manama i niskom PM dojenčadi. Primarni izvori vitamina B kompleksa uključuju životinjske proizvode poput mesa, peradi, ribe i mliječnih proizvoda. Dodatni izvori uključuju obogaćene žitarice, mahunarke i tamno lisnato povrće (Kominiarek i Rajan, 2016).

2.2.2.6. Folna kiselina ili folat

Folat, poznat i kao vitamin B₉, topiv je u vodi i nalazi se u lisnatom zelenom povrću, ekstraktu kvasca i agrumima poput naranči. Sintetički oblik folata, poznat kao folna kiselina, koristi se za obogaćivanje kruha i žitarica za doručak. Folat igra ključnu ulogu u metabolizmu aminokiselina, sintezi proteina i diobi stanica, što ga čini posebno važnim tijekom embrionalnog i fetalnog razvoja zbog brzog rasta tkiva i diobe stanica (Mousa i sur., 2019). Budući da tijelo ne može samo sintetizirati folnu kiselinu, potrebno ju je unositi kroz dodatke prehrani ili određene namirnice. Nedostatak folne kiseline povećava rizik od poremećaja neuralne cijevi, što može rezultirati ozbiljnim malformacijama poput spine bifide i anencefalije. Iako nema lijeka za ove poremećaje, njihova se pojava može smanjiti preventivnim mjerama (Kljaković Gašpić, 2017). Suplementacija folnom kiselinom prije začeća i u ranoj trudnoći može smanjiti rizik od defekata neuralne cijevi za 40 do 80 %. Preporučeni dnevni unos folata i folne kiseline iznosi 0,4 mg do 0,8 mg dnevno za žene koje planiraju trudnoću i tijekom prvog tromjesečja trudnoće (do kraja 12. tjedna). Ženama koje su već rodile dijete s defektom neuralne cijevi (NTD) preporučuje se unos do 5 mg folne kiseline dnevno (Gjergja i sur., 2006). Kod nekih trudnica prisutna je mutacija gena MTHFR (metilentetrahidrofolat reduktaza), koja može smanjiti sposobnost tijela da folnu kiselinu iz hrane ili suplemenata pretvori u aktivni oblik 5-MTHF. Ovo može rezultirati nižim razinama folata u organizmu, što povećava rizik od komplikacija u trudnoći. Uzimanje 5-MTHF-a, umjesto standardne folne kiseline, korisno je za trudnice s MTHFR mutacijom jer se zaobilazi proces konverzije, omogućujući tijelu da odmah iskoristi aktivni oblik folata i osigura odgovarajuću razinu za zdrav razvoj trudnoće.

2.2.2.7. Vitamin C

Vitamin C, poznat i kao askorbinska kiselina, esencijalni je vitamin topiv u vodi koji ima ključnu ulogu u održavanju zdravlja zuba i kostiju djeteta. Osim što poboljšava apsorpciju željeza, vitamin C sudjeluje u sintezi hemoglobina, formiranju crvenih krvnih stanica u koštanoj srži, te podržava regeneraciju tkiva i zacjeljivanje rana (Slunjski, 2022). Također, vitamin C je važan za sintezu kolagena, ključne komponente vezivnog tkiva, te za mobilizaciju željeza iz tjelesnih zaliha i poboljšanje apsorpcije željeza iz prehrane, čime može pomoći u prevenciji

megaloblastične anemije i anemije uzrokovane nedostatkom željeza (Mousa i sur., 2019). Vitamin C, često se nalazi u niskim dozama (<200 mg dnevno) unutar multivitaminskih pripravaka namijenjenih trudnicama. Međutim, može se davati i u većim dozama (do 1000 mg dnevno) kao dodatak prehrani, bilo samostalno ili u kombinaciji s drugim vitaminima, ukoliko je utvrđena potreba za suplementacijom (Zovko, 2022). Hrana bogata vitaminom C uključuje crni ribiz, šipak, jagode, limun, naranče, trešnje, te razno povrće poput brokule, paprike, peršina, krumpira, rajčice, kupusa i špinata (Slunjski, 2022).

2.3. VITAMIN D

2.3.1. Fiziološka uloga vitamina D

Vitamin D, često nazivan "sunčanim vitaminom", esencijalni je nutrijent i hormon koji ima ključnu ulogu u regulaciji metabolizma kalcija i fosfora, te time u održavanju zdravlja kostiju i zuba. Osim toga, vitamin D ima značajnu ulogu u imunološkom sustavu, smanjenju upalnih procesa, te u prevenciji i upravljanju raznim kroničnim bolestima (Popović, 2023).

Vitamin D je vitamin topiv u mastima te je zbog svojih brojnih funkcija u organizmu ključan za rast i održavanje zdravlja u svim životnim razdobljima. Za ljude, izvori vitamina D su endogena sinteza u koži kada je izložena ultraljubičastom B (UVB) zračenju i unos hranom (bilo s hranom koja je prirodno bogata vitaminom D, obogaćenom hranom ili farmaceutskim pripravcima). Iako je endogena sinteza glavni izvor vitamina D za većinu ljudi, u nedostatku dovoljnog izlaganja UVB zračenju, vitamin D postaje esencijalni nutrijent i potreban je dovoljan unos hranom. Unos vitamina D hranom obično je znatno ispod preporučenog, uglavnom zato što je vrlo malo namirnica bogato vitaminom D, a istovremeno se rijetko konzumira (Hribar i sur., 2022).

Vitamin D i njegovi metaboliti djeluju kao steroidni hormoni i prekursori hormona. Oko 80 % vitamina D organizam dobiva putem fotokonverzije 7-dehidrokolesterola u previtamin D₃ u koži, dok se preostalih 20 % unosi kroz prehranu ili dodatke prehrani. Postoje dva oblika vitamina D: ergokalciferol (vitamin D₂) i kolekalciferol (vitamin D₃). Kolekalciferol je prirodni oblik vitamina D koji nastaje u koži iz endogenog kolesterola ili iz prehrambenih izvora kolesterola nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti, dok se ergokalciferol često koristi kao dodatak prehrani (Popović, 2023). Bez obzira na porijeklo, oba oblika vitamina D prolaze kroz isti metabolički proces. Prva faza metabolizma odvija se u jetri, gdje citokrom P450 katalizira hidroksilaciju na atomu C-25 uz pomoć enzima 25-hidroksilaze, što rezultira stvaranjem 25(OH)D, glavnog cirkulirajućeg oblika vitamina D, koji odražava njegovu razinu u organizmu. Druga hidroksilacija odvija se u bubrezima, gdje enzim 1 α -hidroksilaza pretvara 25(OH)D u 1,25(OH)₂D. Iako je koncentracija 1,25(OH)₂D u tijelu znatno manja u odnosu na 25(OH)D, njegova aktivnost je između 500 i 1000 puta jača, zbog čega je on aktivni oblik vitamina D

(Keser i sur., 2018; Laktašić-Žerjavić i sur., 2011). Ovaj aktivni oblik neophodan je za promicanje apsorpcije kalcija iz crijeva i omogućuje normalnu mineralizaciju i rast kostiju (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2011). Izvor vitamina D₂ su biljke, dok masne ribe osiguravaju vitamin D₃. Najvažniji izvor vitamina D u tijelu dolazi iz unutarnje sinteze vitamina D₃ u koži, potaknute izlaganjem sunčevoj svjetlosti, čime se zadovoljava oko 80 do 90 % dnevnih potreba za ovim vitaminom. U optimalnim uvjetima, jedan kvadratni centimetar kože može proizvesti 160 IU vitamina D dnevno pod utjecajem UVB zraka (Zovko, 2022).

Vitamin D ima ključnu ulogu u održavanju normalnih razina kalcija i fosfora u krvi, što je od suštinske važnosti za formiranje i održavanje jakih i zdravih kostiju jer pomaže u apsorpciji kalcija. Istraživanja pokazuju da adekvatan unos vitamina D može smanjiti rizik od razvoja hipertenzije, osteoporoze, karcinoma i nekoliko autoimunih bolesti. Posebno su osjetljive starije osobe ili one s kroničnim bolestima, koje su sklone manjku vitamina D, no s druge strane, dovoljna količina ovog vitamina može značajno smanjiti rizik od ovih bolesti. Studije također ukazuju na to da vitamin D stimulira imunološke stanice na proizvodnju protutijela, čime jača imunološki sustav (Popović, 2023).

2.3.2. Deficit vitamina D

Nedostatak vitamina D je vrlo raširen problem, koji pogađa više od milijardu ljudi širom svijeta. Procjenjuje se da je prevalencija nedostatka vitamina D u Ujedinjenom Kraljevstvu između 20 % i 60 %, dok je u Sjedinjenim Američkim Državama između 10 % i 40 %. Čak i u zemljama s mnogo sunčanih dana, kao što su Australija, Indija i Saudijska Arabija, nedostatak vitamina D je čest, s prevalencijom između 30 % i 50 %. Tijekom trudnoće i dojenja, rizik od nedostatka vitamina D se povećava zbog većih potreba organizma. Globalna izvješća pokazuju da između 40 % i 98 % trudnica ima razine 25(OH)D ispod 50 nmol/L, dok između 15 % i 84 % trudnica ima razine ispod 25 nmol/L (Fernando i sur., 2020).

Tablica 2. Definicije nedostatka vitamina D (Fernando i sur., 2020)

| Status | Definicija |
|--------------------------------|------------------|
| Adekvatan status vitamina D | > 50 nmol/L |
| Blagi nedostatak vitamina D | 30 – 49 nmol/L |
| Umjereni nedostatak vitamina D | 12,5 – 29 nmol/L |
| Teški nedostatak vitamina D | < 12,5 nmol/L |

Recentni dokazi pokazuju da je nedostatak vitamina D često prisutan tijekom trudnoće, naročito među rizičnim skupinama kao što su vegetarijanke, žene koje su manje izložene sunčevoj svjetlosti (primjerice, one koje žive u hladnim klimatskim područjima, na sjevernim geografskim širinama ili one koje nose zaštitnu odjeću zbog sunca i hladnoće) te etničke manjine s tamnijom kožom, kao i žene koje nose pokrivala za tijelo na otvorenom (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2011; Williamson, 2006). Također, nedostatak može biti uzrokovan smanjenom apsorpcijom probavnog trakta zbog malapsorpcijskih bolesti (npr. celijakija, insuficijencija gušterače, cistična fibroza) te oštećenom sposobnosti bubrega da pretvore vitamin D u njegov aktivni oblik ili njegovo povećano izlučivanje, u stanjima kao što je nefropatija, može dovesti do nedostatka. Nadalje, određeni lijekovi, uključujući blokatore kalcijevih kanala, kortikosteroide i antikonvulzive, mogu povećati katabolizam 25(OH)D i 1,25(OH)2D3 te na taj način mijenjati metabolizam vitamina D, što doprinosi njegovom nedostatku (Fernando i sur., 2020).

Do danas, različite studije su pokazale povezanost hipovitaminoze D tijekom trudnoće s početkom preeklampsije, povećanom potrebom za carskim rezom, prijevremenim porodom, niskom PM, niskom masom za gestacijsku dob i GDM. Intervencije kod novorođenčadi povezane s niskom razinom vitamina D u trudnoći pokazuju pozitivne promjene u koštanoj masi novorođenčeta i obećavajuće rezultate u prevenciji respiratornih infekcija poput bronholitisa, razvoja astme, te u odgađanju pojave dijabetesa tipa 1, multiple skleroze i autizma (Mansur i sur., 2022). Nedostatak vitamina D također može uzrokovati nepravilni razvoj skeleta fetusa, što može dovesti do zdravstvenih problema odmah nakon rođenja zbog povećane incidencije bakterijskih i virusnih infekcija, uključujući tuberkulozu, jer vitamin D ima važnu ulogu u jačanju prirođenog imuniteta (Zovko, 2022).

2.3.3. Vitamin D u prehrani

Manje od 10 % dnevnih potreba za vitaminom D obično zadovoljavaju dobre prehrambene navike (Wagner i sur., 2012).

Najbogatiji prirodni izvori vitamina D₃ u hrani uključuju ulja iz jetre bakalara i drugih masnih riba poput tune, srdela, skuše, bakalara, haringe i lososa. Osim ribe, vitamin D₃ također se može naći u rakovima, plodovima mora, određenim vrstama gljiva, kvascu, goveđoj jetri i žumanjcima. Dodatno, namirnice kao što su mlijeko, maslac i margarin često se obogaćuju vitaminom D kako bi se poboljšao njihov nutritivni profil (Vranešić Bender, 2021).

Tablica 3. Najbogatiji prehrambeni izvori vitamina D (Vranešić Bender, 2021)

| Namirnice | Sadržaj vitamina D na 100 g namirnice (µg/100 g) |
|---------------------------|--|
| Ulje jetre bakalara | 210 |
| Losos | 30 |
| Skua | 17,5 |
| Margarin (obogaćeni) | 10 |
| Kamenice | 8 |
| Sardine u konzervi | 7,5 |
| Žumanjak | 5 |
| Svježe shiitake gljive | 2,5 |
| Maslac | 0,76 |
| Mlijeko, punomasno, ljeti | 0,03 |
| Mlijeko, punomasno, zimi | 0,013 |

2.3.4. Suplementacija vitaminom D

Prema trenutnim dokazima, suplementacija vitaminom D trebala bi započeti već u prvom tromjesečju trudnoće. Vitamin D₃ je preferirani oblik za dodatke prehrani u trudnoći zbog svojih metaboličkih prednosti u odnosu na vitamin D₂. Oralni kalcifediol [25(OH)D] je učinkovitiji od kolekalciferola jer se bolje apsorbira u crijevima, manje se zadržava u masnom tkivu i može biti posebno koristan tijekom trudnoće (Pérez-López i sur., 2020).

Godine 2010. Odbor za hranu i prehranu Instituta za medicinu Nacionalnih akademija preporučio je dnevni unos od 600 IU vitamina D za trudnice i dojilje. Većina prenatalnih vitamina sadrži oko 400 IU vitamina D po tableti. Međutim, nedavne studije sugeriraju da bi ovaj unos mogao biti nedovoljan za održavanje optimalne razine vitamina D kod majki. Autori kliničkog izvješća Povjerenstva za prehranu Američke pedijatrijske akademije navode da bi dnevni unos vitamina D trebao biti veći od preporučenog kako bi se osigurala majčina dostatnost vitamina D. Iako nedostaju podaci o sigurnosti većih doza, stručnjaci smatraju da je dodatni unos do 4000 IU dnevno siguran tijekom trudnoće i dojenja. Za trudnice s povećanim rizikom od nedostatka vitamina D preporučuje se provjera razine 25-OH-D u serumu i njihovo tumačenje u skladu s individualnim kliničkim okolnostima. Ako se utvrdi nedostatak vitamina D tijekom trudnoće, većina stručnjaka slaže se da je dnevni unos od 1000 - 2000 IU siguran. Režimi viših doza, koji se koriste za liječenje nedostatka vitamina D, nisu

dovoljno istraženi u trudnoći (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2011). Nørrisgaard i sur. (2019) proveli su dvostruko slijepi randomizirani kontrolirani pokus (RCT) kako bi ispitali učinak visoke doze vitamina D na prevenciju oštećenja cakline i karijesa kod djece. Trudnice su primale dnevnu visoku dozu vitamina D₃ (2400 IU/dan; n = 315) ili placebo tablete (n = 308) od 24. tjedna trudnoće do prvog tjedna nakon poroda, uz dodatnih 400 IU/dan vitamina D₃ kao dio standardne njege. Rezultati su pokazali da su potomci majki koje su primale visoku dozu imali manji rizik od oštećenja cakline u trajnoj denticiji i mliječnoj denticiji u usporedbi s onima koji su primali standardnu dozu.

Kalra i sur. (2013) istraživali su učinke niskih doza suplementacije vitaminom D tijekom trudnoće. Ispitanicama je davana jedna doza od 1500 µg u drugom tromjesečju ili dvije doze od 3000 µg (po jedna u drugom i trećem tromjesečju). Rezultati su pokazali poboljšanja u antropometrijskim mjerama dojenčadi kod obje doze, dok je veća doza također povećala razinu vitamina D kod majki.

Prema navedenim rezultatima istraživanja može se zaključiti da bi prehrambene smjernice za trudnice trebale uključivati jasne preporuke za unos vitamina D, uzimajući u obzir regionalne razlike u izloženosti sunčevoj svjetlosti i prehrambenim navikama.

2.4. KOMPLIKACIJE U TRUDNOĆI POVEZANE S NEDOSTATKOM VITAMINA D

- **Gestacijski dijabetes**

GDM je najčešći metabolički poremećaj koji se javlja u trudnoći te u svijetu prema IDF-u, njegova prevalencija iznosi oko 16 % svih porođaja (IDF, 2021), dok u Republici Hrvatskoj (RH) iznosi 4,67 %. U posljednjem desetljeću, prevalencija GDM-a u RH se povećala čak četiri puta (Hlača i Klobučar-Majanović, 2019).

GDM je često asimptomatski (Williamson, 2006) i dijagnoza se postavlja na temelju rezultata testa oralnog opterećenja glukozom (engl. *oral glucose tolerance test*; OGTT) koji se preporučuje provesti između 24. i 28. tjedna trudnoće (Hlača i Klobučar-Majanović, 2019). Za žene koje su u visokom riziku, preporučuje se provođenje OGTT-a i prije 24. tjedna, iako negativni rezultat ne isključuje potrebu za ponovnim testiranjem u kasnijem razdoblju. Klinički faktori rizika za razvoj GDM-a uključuju prekomjernu TM i dob stariju od 30 godina. Također, obiteljska povijest šećerne bolesti, prethodni slučajevi mrtvorođenosti, makrosomije, spontani pobačaji, prijevremeni porodi, kao i izražena glikozurija u ranoj trudnoći i GDM u prethodnim trudnoćama, predstavljaju dodatne rizike (Lončar, 2015). Dijagnoza GDM-a postavlja se ako bilo koja od tri mjerene razine glukoze u plazmi tokom testa premašuje normalne vrijednosti: $\geq 5,1$ mmol/L natašte, $\geq 10,0$ mmol/L jedan sat nakon konzumacije 75 g glukoze, ili $\geq 8,5$ mmol/L dva sata nakon opterećenja glukozom. Prevencija i liječenje GDM-a uvelike ovise o

promjenama u načinu života, uključujući uravnoteženu prehranu, redovitu tjelesnu aktivnost i kontrolu tjelesne mase tijekom trudnoće. Zdravstvene promjene usmjerene na prehranu i tjelesnu aktivnost mogu postići zadovoljavajuću kontrolu glukoze u 80-90 % trudnica s GDM-om (Hlača i Klobučar-Majanović, 2019). Također, tjelesna aktivnost prije trudnoće može smanjiti rizik od razvoja GDM-a. Neke studije su pokazale da niske razine vitamina D u krvi, kao i veći unos masti, mogu povećati rizik od GDM-a (McIntyre i sur., 2019).

Žene s GDM suočavaju se s povećanim rizikom od hipertenzivnih poremećaja tijekom trudnoće, uključujući gestacijsku hipertenziju, preeklampsiju i eklampsiju. Također, veća je vjerojatnost pojave polihidramnija, što može dovesti do prijevremenog poroda. Prekomjerni rast fetusa je čest problem kod GDM-a i može uzrokovati komplikacije poput traume pri porodu, potrebu za porodom carskim rezom, distociju ramena i neonatalnu hipoglikemiju. Ostale moguće komplikacije uključuju hiperbilirubinemiju, hipokalcemiju, eritem i sindrom respiratornog distresa kod novorođenčadi. Dugoročne posljedice GDM-a mogu se odraziti kao povećan rizik od dijabetesa i kardiovaskularnih bolesti kod majke, te pretilosti i dijabetesa kod djece (McIntyre i sur., 2019; Alfadhli, 2015). Većina stručnjaka preporučuje indukciju poroda u 38. tjednu trudnoće, uz konsenzus da trudnoću treba završiti prije 40. tjedna kako bi se izbjegle komplikacije povezane s GDM-om (Lončar, 2015).

Istraživanje Wanga i sur. (2021) pokazalo je da suplementacija vitaminom D značajno smanjuje serumsku glukozu u plazmi natašte, koncentraciju inzulina i model homeostaze za procjenu inzulinske rezistencije u žena s GDM.

U istraživanju Jin Xia i sur. (2019) utvrđeno je da su trudnice s GDM u usporedbi s kontrolnom skupinom bez GDM-a imale češću obiteljsku povijest dijabetesa, niži HDL kolesterol te viši ITM prije trudnoće, kao i više razine triglicerida, glukoze natašte, inzulina natašte i HOMA-IR (model ocjene homeostaze, engl. *homeostatic model assessment*,). Njihovi rezultati sugeriraju da nedostatak vitamina D u ranoj trudnoći može povećati rizik od razvoja GDM-a te nalazi ukazuju na to da bi procjena razine vitamina D u prvom tromjesečju trudnoće mogla pomoći u identifikaciji žena s rizikom od razvoja GDM-a. Za one koje su identificirane kao visokorizične, klinički dodaci vitamina D i prehrambene preporuke mogli bi biti korisni u prevenciji GDM-a povezanog s nedostatkom vitamina D.

Shao i sur. (2019) su utvrdili da je nedostatak vitamina D kod majki povezan s većim rizikom od GDM i povišenom razinom glukoze u krvi natašte. Nadalje, negativna povezanost između niskih razina 25(OH)D (<20 ng/ml) i glukoze u krvi natašte bila je izraženija kod žena s prekomjernom TM.

Iz navedenih istraživanja možemo zaključiti da nedostatak vitamina D u ranoj trudnoći povećava rizik od GDM te da suplementacija vitaminom D može značajno smanjiti serumsku glukozu, koncentraciju inzulina i inzulinsku rezistenciju kod trudnica s GDM-om. Procjena razine vitamina D u prvom tromjesečju može pomoći u identifikaciji žena s visokim rizikom, a suplementacija može biti korisna u prevenciji GDM-a.

- **Preeklampsija**

Preeklampsija je sindrom specifičan za trudnoću kojeg uglavnom karakterizira nova pojava hipertenzije nakon 20 tjedana trudnoće i može biti popraćena pojavom jednog ili sljedećih čimbenika: proteinurija, trombocitopenija, insuficijencija bubrega, oštećenje jetrene funkcije, plućni edem te cerebralni i vidni simptomi (Nandi i sur., 2019).

Dijagnoza se temelji na identifikaciji povišenog krvnog tlaka i prisutnosti proteina u urinu. Povišeni krvni tlak se definira kao sistolički krvni tlak od 140 mmHg (18,7 kPa) ili viši, ili dijastolički tlak od 90 mmHg (12,0 kPa) ili viši, a mora se pojaviti nakon 20. tjedna trudnoće kod žena koje su imale normalan krvni tlak do tog trenutka. Za potvrdu dijagnoze hipertenzije potrebno je obaviti najmanje dva mjerenja krvnog tlaka. Što se tiče proteinurije, ona se dijagnosticira kada je izlučivanje proteina u urinu veće od 300 mg u 24 sata ili ako je koncentracija proteina u jednom uzorku urina veća od 300 mg/L (Đelmiš i Ivanišević, 2019). Javlja se u oko 3 – 8 % svih trudnoća i povezuje se s povećanim morbiditetom i smrtnošću majke i fetusa. Preeklampsija kod majke također je povezana s većom učestalošću kardiovaskularnih i bubrežnih bolesti u kasnijem životu djeteta (Hu i sur., 2022).

U standardnom liječenju preeklampsije, ključni koraci uključuju osiguranje optimalne funkcije kardiorespiratornog sustava, primjenu antikonvulzivnih lijekova za kontrolu preeklampsijskih napadaja, te prevenciju nastanka novih napadaja. Također, važno je sniziti krvni tlak ako je iznad 160/110 mmHg, stabilizirati trudnicu te osigurati uvjete za definitivnu terapiju, a to je porođaj (Đelmiš i Ivanišević, 2019).

Rezultati meta-analize koju su proveli AISubai i sur. (2023) pokazuju da postoji značajna veza između 25-hidroksivitamina D i preeklampsije. Niske razine 25-hidroksivitamina D kod majki povećavaju rizik od preeklampsije, dok suplementacija ovim vitaminom smanjuje učestalost ovog stanja. Njihova istraživanja sugeriraju da bi suplementacija 25-hidroksivitaminom D mogla biti učinkovita strategija za prevenciju preeklampsije, jednog od vodećih uzroka smrtnosti majki. Također, studija koju su proveli Hollis i sur. (2011) je pokazala da veća doza od 4000 IU/dan, u usporedbi s dozama od 2000 IU/dan i 400 IU/dan, smanjuje rizik od preeklampsije bez izazivanja hiperkalcemije.

U istraživanju Dahma i sur. (2022) pokazano je da vitamin D ima ključnu ulogu u očuvanju funkcije posteljice, a time i prevenciji razvoja preeklampsije. Trudnice koje su u svoju prehranu dodale vitamin D imale su manji rizik od ponovne pojave preeklampsije.

Saini i sur. (2023) uspoređivali su trudnice s normalnim krvnim tlakom i trudnice s preeklampsijom te su otkrili da trudnice s preeklampsijom imaju značajno niže razine vitamina D.

Studija Nandi i sur. (2019) istovremeno je ispitala razine vitamina D i masnih kiselina u žena s preeklampsijom te je utvrdila da trudnice s PE imaju niže razine 25(OH)D i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u krvi u usporedbi s trudnicama s normalnim krvnim tlakom. Također su kod trudnica s PE zabilježene više razine zasićenih masnih kiselina (SFA) i mononezasićenih masnih kiselina (MUFA). Razine 25(OH)D bile su obrnuto povezane s tjelesnom masom, sistoličkim i dijastoličkim krvnim tlakom te razinama homocisteina u krvi, dok su bile pozitivno povezane s gestacijskom dobi i razinama PUFA, posebno linolnom kiselinom i omega-6 masnim kiselinama.

Na temelju navedenih istraživanja može se zaključiti da niske razine 25-hidroksivitamina D u trudnoći povećavaju rizik od preeklampsije, dok suplementacija ovim vitaminom može smanjiti učestalost tog stanja.

- **Prijevremeni porod**

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) definira prijevremeni porod kao rođenje djeteta prije navršenih 37 tjedana gestacije, odnosno manje od 259 dana od početka posljednje menstruacije žene. Stope prijevremenog poroda variraju širom svijeta, krećući se od 5 do 18 % prema podacima WHO-a (Lian i sur., 2021). Procjenjuje se da se svake godine globalno prijevremeno rodi oko 15 milijuna beba, a taj broj je u porastu.

Komplikacije prijevremenog poroda vodeći su uzrok smrti novorođenčadi i smrti djece mlađe od 5 godina, čineći otprilike milijun smrtnih slučajeva djece svake godine (Tahsin i sur., 2023). Zbog nemogućnosti fetusa da postigne svoj puni rast u maternici, mogu se pojaviti izravne ili skrivene negativne posljedice za budući rast i razvoj. Nedonoščad ima znatno veću učestalost nekrotizirajućeg enterokolitisa, retinopatije, neonatalne žutice, hipoksično-ishemične encefalopatije i drugih bolesti u usporedbi s donošene djece. Do 40 % preživjelih prijevremeno rođenih beba razvija bronhopulmonalnu displaziju, dok se cerebralna paraliza, epilepsija, kognitivna oštećenja i druge neurološke bolesti često javljaju kod nedonoščadi. Trudnice s visokorizičnim čimbenicima poput pušenja, pretilosti i gestacijskih bolesti imaju veće šanse za prijevremeni porod, ali čak i među zdravim ženama određeni postotak beba može biti rođen

prije vremena (Lian i sur., 2021).

Prijevreteni porod ima multifaktorsko podrijetlo, uključujući imunološke, genetske, prehrambene i okolišne čimbenike. Dodatni čimbenici uključuju infekcije ili upale, komplikacije tijekom trudnoće kao što su uteroplacentalna ishemija ili krvarenje, raniji prijevreteni porod, parodontnu bolest, prekomjernu distenziju maternice, stres i druge procese posredovane imunološkim sustavom (Tahsin i sur., 2023).

U istraživanju koje su proveli Lian i sur. (2021), utvrđeno je da manjak vitamina D u ranoj i kasnoj trudnoći vjerojatno nije povezan s prijevretenim porodom, dok manjak vitamina D u srednjoj trudnoći značajno povećava rizik od prijevretenog poroda. Također, Lee i sur. (2023) dokazali su da nedostatak vitamina D, definiran kao razina niža od 10 ng/mL u prvom tromjesečju, može povećati rizik od prijevretenog poroda i kašnjenja u razvoju djece. Ova istraživanja jasno pokazuju važnost održavanja adekvatnih razina vitamina D tijekom trudnoće u smanjenju rizika od prijevretenog poroda i podržavanju zdravog razvoja djeteta.

- **Niska porođajna masa djeteta**

Niska PM, definirana kao PM manja od 2500 grama, čest je nepovoljan ishod trudnoće. Nedavne procjene pokazuju da se svake godine rodi oko 18 milijuna novorođenčadi s niskom PM (Fang i sur., 2019). Niska PM može biti uzrokovana intrauterinim ograničenjem rasta, prijevretenim rođenjem ili kombinacijom oba faktora (WHO, 2024).

Niska PM predstavlja glavni uzrok smrtnosti novorođenčadi i povezana je s različitim problemima kao što su usporen rast, slabiji kognitivni razvoj, te povećani rizik od dijabetesa, plućnih i srčanih bolesti, pretilosti i nekih oblika karcinoma u odrasloj dobi. Osim toga, novorođenčad s niskom PM često prolazi kroz fazu "nadoknadnog rasta", pri kojoj se prehranjuju više nego što je uobičajeno kako bi nadoknadili svoju nisku PM i postigli odgovarajuću TM za svoju dob (Matoković, 2017).

Niz čimbenika rizika može dovesti do niske PM kod dojenčadi, uključujući nizak ITM prije trudnoće, lošu prehranu, pušenje te korištenje alkohola ili droga tijekom trudnoće. Mnogi od ovih čimbenika povezani su s niskim socioekonomskim statusom (Williamson, 2006).

Niska PM češća je u zemljama u razvoju nego u razvijenim zemljama. Međutim, podaci o niskoj PM u zemljama u razvoju često su ograničeni jer se mnogi porođaji odvijaju u domovima ili malim zdravstvenim ustanovama, gdje se slučajevi niske PM često ne prijavljuju. Ovi slučajevi nisu uključeni u službene statistike, što može dovesti do značajnog podcjenjivanja prevalencije niske PM (WHO, 2024).

Deepa i sur. (2024) otkrili su da žene s nedostatkom vitamina D imaju dva puta veće izgleda za rađanje djeteta niske PM u usporedbi sa ženama bez nedostatka vitamina D. Također, u meta-analizi Fanga i sur. (2019) te istraživanju Vera i Bancalari (2022) uočena je povezanost između manjka vitamina D tijekom trudnoće i povećanog rizika od niske PM novorođenčeta. Na temelju ovih istraživanja može se zaključiti da nedostatak vitamina D tijekom trudnoće značajno povećava rizik od rađanja djeteta s niskom PM, ističući važnost odgovarajuće razine vitamina D za zdravlje novorođenčadi.

3. ZAKLJUČCI

1. Antropometrijski parametri i prehrambene navike, prije i tijekom trudnoće, značajno utječu na ishod trudnoće. Održavanje adekvatnog nutritivnog statusa može smanjiti rizik od komplikacija i poboljšati ishode trudnoće za majku i dijete.
2. Uravnotežena prehrana koja uključuje bogate izvore vitamina D, kao što su masne ribe, rakovi i plodovi mora, obogaćeni mliječni proizvodi i jaja, može pomoći u održavanju optimalnih razina vitamina D i osigurati ostale esencijalne nutrijente potrebne za zdravlje tijekom trudnoće.
3. Prehrambene smjernice za trudnice trebale bi uključivati jasne preporuke za unos vitamina D, uzimajući u obzir regionalne razlike u izloženosti sunčevoj svjetlosti i prehrambenim navikama. Preporučuje se razvoj nacionalnih i lokalnih smjernica za suplementaciju vitamina D, koje će pomoći u smanjenju prevalencije nedostatka vitamina D među trudnicama i osigurati bolju prenatalnu skrb.
4. Utvrđeno je da adekvatan unos vitamina D tijekom trudnoće smanjuje rizik od komplikacija kao što su GDM, preeklampsija, prijevremeni porod i niska PM djeteta.
5. Edukacija trudnica o pravilnoj prehrani u trudnoći, odnosno o važnosti vitamina D, od strane magistra nutricionizma, trebala bi biti sastavni dio prenatalne skrbi. Informiranje trudnica o izvorima vitamina D, važnosti njegovog unosa i potencijalnim komplikacijama povezanim s njegovim nedostatkom može značajno poboljšati ishode trudnoće.

4. POPIS LITERATURE

Allen RH, Stabler SP, Savage DG, Lindenbaum J (1993) Metabolic abnormalities in cobalamin (vitamin B12) and folate deficiency. *FASEB J* **7**, 1344–1353. <https://doi.org/10.1096/fasebj.7.14.7901104>

AlSubai A, Baqai MH, Agha H, Shankarlal N, Javaid SS, Jesrani EK i sur. (2023) Vitamin D and preeclampsia: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med* **11**, 20503121231212093. <https://doi.org/10.1177/20503121231212093>

ACOG (2011) Nutrition During Pregnancy. ACOG-The American College of Obstetricians and Gynecologists, <https://www.acog.org/womens-health/faqs/nutrition-during-pregnancy>
Pristupljeno 27. lipanj 2024.

Alfadhli, EM (2015) Gestational diabetes mellitus. *Saudi Med J* **36**, 399. <https://doi.org/10.15537/smj.2015.4.10307>

Bušić L (2020) Unos magnezija i vitamina D kod oboljelih od migrene (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Dahma G, Neamtu R, Nitu R, Gluhovschi A, Bratosin F, Grigoras ML i sur. (2022) The influence of maternal vitamin D supplementation in pregnancies associated with preeclampsia: a case-control study. *Nutrients* **14**, 3008. <https://doi.org/10.3390/nu14153008>

Dalton LM, Ní Fhloinn DM, Gaydadzhieva GT, Mazurkiewicz OM, Leeson H, Wright CP (2016) Magnesium in pregnancy, *Nutr Rev* **74**, 549–557. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw018>

Đelmiš J, Ivanišević M (2019) Preeklampsija. *Gynaecol Perinatol* **28**, 1-12. <https://hrcak.srce.hr/251875>

Deepa R, Schayck OCV, Babu GR (2024) Low levels of Vitamin D during pregnancy associated with gestational diabetes mellitus and low birth weight: results from the MAASTHI birth cohort. *Front Nutr* **11**, 1352617. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1352617>

Fang K, He Y, Mu M, Liu K (2021) Maternal vitamin D deficiency during pregnancy and low birth weight: a systematic review and meta-analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med* **34**, 1167-1173. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1623780>

Fanni D, Gerosa C, Nurchi VM, Manchia M, Saba L, Coghe F, Faa G (2021) The Role of Magnesium in Pregnancy and in Fetal Programming of Adult Diseases. *Biol Trace Elem Res* **199**, 3647-3657. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>

Fernando M, Ellery SJ, Marquina C, Lim S, Naderpoor N, Mousa A (2020) Vitamin D-binding protein in pregnancy and reproductive health. *Nutrients* **12**, 1489. <https://doi.org/10.3390/nu12051489>

Gjergja R, Stipoljev F, Hafner T, Tezak N, Luzar-Stiffler V (2006) Knowledge and use of folic acid in Croatian pregnant women—a need for health care education initiative. *Reprod Toxicol* **21**, 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2005.07.005>

Gurda S (2021) Primjena dodataka prehrani u trudnica s područja Federacije Bosne i Hercegovine (doktorski rad), Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.

Hlača N, Klobučar Majanović S (2019) Novosti u liječenju gestacijskog dijabetesa. *Med Flum* **55**, 330–336. https://doi.org/10.21860/medflum2019_227123

Hollis BW, Johnson D, Hulsey TC, Ebeling M, Wagner CL (2011) Vitamin D supplementation during pregnancy: double-blind, randomized clinical trial of safety and effectiveness. *J Bone Miner Res* **26**, 2341-2357. <https://doi.org/10.1002/jbmr.463>

Horvat Ž (2010) Procjena prehrane trudnica metodom upitnika učestalosti namirnica (diplomski rad), Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.

Hu KL, Zhang CX, Chen P, Zhang D, Hunt S (2022) Vitamin D levels in early and middle pregnancy and preeclampsia, a systematic review and meta-analysis. *Nutrients* **14**, 999. <https://doi.org/10.3390/nu14050999>

Hribar M, Žlavs K, Pravst I, Žmitek K (2022) Validation of the food frequency questionnaire for the assessment of dietary vitamin D intake. *Front Nutr* **9**, 950874. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.950874>

IDF (2021) Gestational diabetes. IDF- International Diabetes Federation, <https://idf.org/about-diabetes/gestational-diabetes/>. Pristupljeno 22. kolovoza 2024.

Ivanišević M (2014) Fiziologija trudnoće i metabolizam hranjivih tvari. U: Đelmiš J, Orešković S i sur. (ured.) Fetalna medicina i opstetricija, 1. izd. Medicinska naklada, Zagreb, str. 125-132.

Xia J, Song Y, Rawal S, Wu J, Hinkle SN, Tsai MY, Zhang C (2019) Vitamin D status during pregnancy and the risk of gestational diabetes mellitus: a longitudinal study in a multiracial cohort. *Diabetes Obes Metab* **21**, 1895-1905. <https://doi.org/10.1111/dom.13748>

Kalra S, Baruah MP, Unnikrishnan AG (2013) Hypothyroidism in pregnancy: From unanswered questions to questionable answers. *Indian J Endocrinol Metab* **17**, 200-202. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.109658>

Keser I, Cvijetić S, Bituh M, Rumora Samarin I, Ilich JZ, Colić Barić I i sur. (2018) Vitamin D and parathyroid hormone in relation to bone health in Croatian women. *Arch Osteoporos* **13**, 69. <https://doi.org/10.1007/s11657-018-0483-z>

Kljaković Gašpić I (2017) Prirast težine i prehrambene navike trudnica (završni rad), Sveučilišni odjel zdravstvenih studija, Sveučilište u Splitu, Split.

Kljaković Gašpić I i Švaljug D (2018) Prirast težine i prehrambene navike trudnica, Primaljski vjesnik, str. 25-29. Pristupljeno 4. svibnja 2024.

Kominiarek MA, Rajan P (2016) Nutrition Recommendations in Pregnancy and Lactation. *Med Clin NA* **100**, 1199-1215. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2016.06.004>

Kominiarek MA & Peaceman AM (2017) Gestational weight gain. *Am J Obstet Gynecol* **217**, 642-651. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.05.040>

Kurjak A, Matijević R (2003) Fetalni rast. U: Kurjak A i sur. (ured.). Ginekologija i perinatologija, 3. izd., Tonimir, Varaždinske Toplice, str. 66-106.

Laktašić-Žerjavić N, Koršić M, Crnčević-Orlić Ž, Anić B (2011) Vitamin D: Vitamin prošlosti, hormon budućnosti?. *Liječ Vjesn* **133**, 194-204. <https://hrcak.srce.hr/171765>

Lee SB, Jung SH, Lee H, Lee SM, Jung JE, Kim N, Lee JY (2023) Maternal vitamin D deficiency in early pregnancy and perinatal and long-term outcomes. *Heliyon* **9**. <https://doi.org/10.1016%2Fj.heliyon.2023.e19367>

Lian RH, Qi PA, Yuan T, Yan PJ, Qiu WW, Wei Y i sur. (2021) Systematic review and meta-analysis of vitamin D deficiency in different pregnancy on preterm birth: Deficiency in middle pregnancy might be at risk. *Medicine* **100**, e26303. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000026303>

Lončar A (2015) Trudnoća i porođaj uz gestacijski dijabetes melitus u Kliničkom bolničkom centru Split (diplomski rad), Medicinski fakultet, Sveučilište u Splitu, Split.

Mansur JL, Oliveri B, Giacoia E, Fusaro D, Costanzo PR (2022) Vitamin D: before, during and after pregnancy: effect on neonates and children. *Nutrients* **14**, 1900. <https://doi.org/10.3390/nu14091900>

Marshall NE, Abrams B, Barbour LA, Catalano P, Christian P, Friedman JE i sur. (2022) The importance of nutrition in pregnancy and lactation: lifelong consequences. *Am J Obstet Gynecol* **226**, 607-632. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2021.12.035>

Matijević B, Šarić G (2018) Zdravstveni značaj vitamina D: Zaštita na radu i zaštita zdravlja, 7. Međunarodni stručno-znanstveni skup, Zadar, str. 12-15.

Matoković V (2017) Rani prenatalni i postnatalni čimbenici u populaciji trudnica i novorođenčadi s područja grada Osijeka (diplomski rad), Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.

McIntyre HD, Catalano P, Zhang C, Desoye G, Mathiesen ER, Damm P (2019) Gestational diabetes mellitus. *Nat Rev Dis Primers* **5**, 47. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0098-8>

Moreno Garcia MA, Rosenblatt DS, Jerome-Majewska LA (2013) Vitamin B(12) Metabolism During Pregnancy and in Embryonic Mouse Models. *Nutrients* **5**, 3531–3550. <https://doi.org/10.3390/nu5093531>

Mousa A, Naqash A, Lim S (2019) Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overv of Recent Evidence. *Nutrients* **11**, 443. <https://doi.org/10.3390/nu11020443>

Nandi A, Wadhvani N, Randhir K, Wagh G, Joshi SR (2020) Association of vitamin D with fatty acids in pregnancy. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* **157**, 102030. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2019.102030>

Nørrisgaard PE, Haubek D, Kühnisch J, Chawes BL, Stokholm J, Bønnelykke K, Bisgaard H (2019) Association of high-dose vitamin D supplementation during pregnancy with the risk of enamel defects in offspring: a 6-year follow-up of a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr* **173**, 924-930. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.2545>

Pérez-López FR, Pilz S, Chedraui P (2020) Vitamin D supplementation during pregnancy: An overview. *Curr Opin Obstet Gyn* **32**, 316-321. <https://doi.org/10.1097/GCO.0000000000000641>

Popović I (2023) Eksperimentalni i teorijski opis vitamina D (diplomski rad). Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Shahid AR, UI Hosna A, Alam A (2012) Pregnancy and Nutrition. *Bangladesh J Med Sci* **11**, 267-272. <https://doi.org/10.3329/bjms.v11i4.12596>

Shao B, Mo M, Xin X, Jiang W, Wu J, Huang M i sur. (2020) The interaction between prepregnancy BMI and gestational vitamin D deficiency on the risk of gestational diabetes mellitus subtypes with elevated fasting blood glucose. *Clin Nutr* **39**, 2265-2273. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.10.015>

Slunjski M (2022) Prehrana trudnica i dojilja-nove spoznaje (završni rad), Preddiplomski stručni studij sanitarnog inženjerstva, Zdravstveno veleučilište Zagreb, Zagreb.

Saini S, Kumari K, Rai P, Kaur T, Raj M (2023) Evaluation of the Effect of Vitamin D Levels During the Last Trimester of Pregnancy on Fetomaternal Outcomes in Patients With Preeclampsia. *Cureus* **15**. <https://doi.org/10.7759/cureus.49145>

Šegregur J (2009) The effect on fetal growth of body mass index and gestational weight gain of pregnant women with gestational diabetes. *Gynaecol Perinatol* **18**, 118-122. <https://hrcak.srce.hr/65954>

Tahsin T, Khanam R, Chowdhury NH, Hasan AT, Hosen MB, Rahman S i sur. (2023) Vitamin D deficiency in pregnancy and the risk of preterm birth: a nested case–control study. *BMC Pregnancy Childbirth* **23**, 322. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-05636-z>

Vera MP, Bancalari A (2023) Niveles de Vitamina D y morbimortalidad en el recién nacido prematuro de muy bajo peso al nacer. *Andes pediatr* **94**, 512-519. <http://dx.doi.org/10.32641/andespediatr.v94i4.4441>

Vranešić Bender D (2021) Naučite koji su najbolji izvori vitamina D u hrani – Vitamini.hr. <https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/naucite-koji-su-najbolji-izvori-vitamina-d-hrani-14358/>
Pristupljeno 28. lipnja 2024.

Wagner CL, Taylor SN, Dawodu A, Johnson DD, Hollis BW (2012) Vitamin D and Its Role During Pregnancy in Attaining Optimal Health of Mother and Fetus. *Nutrients* **4** 208–230. <https://doi.org/10.3390/nu4030208>

Wang M, Chen Z, Hu Y, Wang Y, Wu Y, Lian F i sur. (2021) The effects of vitamin D supplementation on glycemic control and maternal-neonatal outcomes in women with established gestational diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr* **40**, 3148-3157. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.12.016>

Weiner Strugar E (2020) Prehrambene navike i suplementacija trudnica tijekom trudnoće i prije začeća (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:531977>

WHO (2024) Low birth weight. WHO-World Health Organization, <https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/low-birth-weight>. Pristupljeno 5. srpnja 2024.

Williamson CS (2006) Nutrition in pregnancy. *Nutr Bull* **31**, 28-59.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2006.00541.x>

Rasmussen KM, Yaktine AL, Institute of Medicine (US) and National Research Council (US) Committee to Reexamine IOM Pregnancy Weight Guidelines (Eds.). (2009) *Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines*. National Academies Press (US).
<https://doi.org/10.17226/12584>

Zovko N (2022) Povezanost gestacijskog dijabetesa s antropometrijskim parametrima te životnim i prehrabnim navikama trudnica u ovisnosti o statusu vitamina D (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Izjava o izvornosti

Ja Ema Kranjec izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Ema Kranjec

Vlastoručni potpis