

# Vitamin D - uloga i važnost u djetinjstvu

---

**Martinović, Katarina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:454763>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zadar Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zadru

Odjel za zdravstvene studije

Sveučilišni diplomski studij

Sestrinstvo

**Katarina Martinović**

**Vitamin D – uloga i važnost u djetinjstvu**

**Diplomski rad**

Zadar, 2024.

Sveučilište u Zadru  
Odjel za zdravstvene studije  
Diplomski sveučilišni studij sestrinstva

Vitamin D – uloga i važnost u djetinjstvu

Diplomski rad

Student/ica:

Katarina Martinović

Mentor/ica:

Izv.prof.dr.sc Nataša Skitarelić

Zadar, 2024.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Katarina Martinović**, ovime izjavljujem da je moj **diplomski** rad pod naslovom **Vitamin D - uloga i važnost u djetinjstvu** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 28. lipnja 2024.

## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem svojoj mentorici, doc. dr. sc. Nataši Skitarelić na ukazanom povjerenju, nesebičnoj pomoći i savjetima. Zahvaljujem i svim nastavnicima na prenesenom znanju, podršci, provedenom vremenu i vještinama tijekom studiranja.*

*Hvala mojim roditeljima, sestri i bratu na bezuvjetnoj podršci i ljubavi. Hvala mojim prijateljima na stalnoj motivaciji i razumijevanju, a posebno hvala mojoj prijateljici Luciji na strpljenju, na ohrabrivanju i vjeri za dalje tijekom cijelog studija. Hvala svima koji su mi na bilo koji način, savjetom, riječju pomogli da dođem do svog cilja.*

## **Sažetak**

Vitamin D je esencijalni mikronutrijent raznolikih i važnih funkcija u organizmu. Odgovoran je za regulaciju metabolizma kalcija i fosfata te funkciju muskuloskeletnog sustava. Važan je za izgradnju kosti tijekom djetinjstva i očuvanje njihove čvrstoće i zdravlja u kasnijoj dobi. Smatra se i da je bitan u imunološkom odgovoru organizma, smanjuje upalne procese, regulira rast stanica, utječe na mentalno i kardiovaskularno zdravlje čovjeka, ima ulogu u prevenciji raka, ublažavanju simptoma multiple skleroze i depresije. Samim tim nedostatak vitamina D, između ostalog, dovodi do slabljenja kostura, gubitka čvrstoće kostiju i koštane mase, što povećava rizik i od prijeloma. U djetinjstvu, manjak vitamina D uzrokovati će rahitis, dok kod odraslih osteomalaciju.

Vjerojatnost pojave nedostatka vitamina D povećana je kod osoba koja rijetko borave na suncu, nose zaštitnu odjeću i koriste kreme za sunčanje, kod osoba tamnije puti, pretilih osoba, osoba koje uzimaju lijekove koji utječu na metabolizam vitamina D, hospitaliziranih pacijenata, osoba smještenih u institucijama, starijih osoba i trudnica.

Visoka učestalost nedostatka vitamina D predstavlja javnozdravstveni problem. Stoga se preporučuje praćenje vrijednosti vitamina D u serumu kod ugroženih populacijskih skupina. Prevencija i liječenje rahitisa uključuju suplementaciju vitamina D, povećanje unosa kalcija i fosfata putem prehrane te osiguravanje adekvatnog izlaganja sunčevoj svjetlosti. U dječjoj populaciji suplementacija vitaminom D se preporuča za svu dojenčad, djecu s ograničenim izlaganjem suncu i one s tamnijom bojom kože.

Poboljšanje svijesti o važnosti vitamina D i njegovom utjecaju na zdravlje djece, ali i odrasle populacije, ključno je za prevenciju rahitisa, osteomalacije te drugih bolesti povezanih s nedostatkom ovog vitamina.

**Ključne riječi:** Vitamin D, hipovitaminoza D, djeca, prevencija

## Summary

### Vitamin D - role and importance in childhood

Vitamin D is an essential micronutrient with diverse and important functions in the body. It is responsible for the regulation of calcium and phosphate metabolism and the function of the musculoskeletal system. It is important for building bones during childhood and maintaining their strength and health in later life. It is also considered to be important in the body's immune response, reduces inflammatory processes, regulates cell growth, affects the mental and cardiovascular health of humans, and plays a role in preventing cancer, and alleviating symptoms of multiple sclerosis and depression. Therefore, lack of vitamin D, among other things, leads to weakening of the skeleton, and loss of bone strength and bone mass, which increases the risk of fractures. In childhood, vitamin D deficiency will cause rickets, while in adults, osteomalacia.

The probability of vitamin D deficiency is increased in people who rarely spend time in the sun, wear protective clothing, and use sunscreens, in people with darker skin, obese people, people taking drugs that affect vitamin D metabolism, hospitalized patients, people housed in institutions, elderly people and pregnant women.

The high incidence of vitamin D deficiency is a public health problem. Therefore, it is recommended to monitor the value of vitamin D in serum in vulnerable population groups. Prevention and treatment of rickets include vitamin D supplementation, increasing dietary calcium and phosphate intake, and ensuring adequate exposure to sunlight. In the pediatric population, vitamin D supplementation is recommended for all infants, children with limited sun exposure, and those with darker skin.

Improving awareness of the importance of vitamin D and its impact on the health of children, as well as the adult population, is essential for the prevention of rickets, osteomalacia, and other diseases associated with a lack of this vitamin.

**Key words:** Vitamin D, hypovitaminosis D, children, prevention

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Povijest otkrića vitamina D.....	3
3. Fiziologija i metabolizam vitamina D.....	5
4. Uloga vitamina D u organizmu.....	8
4. 1. Izvori vitamina D u prehrani.....	12
5. Vitamin D i bolesti u djece .....	14
5.1. Hipovitaminoza D kod djece .....	15
5.1.1 Epidemiologija nedostatka vitamina D u djece .....	15
5.1.2. Rizični čimbenici za nedostatak vitamina D u djetinjstvu.....	16
5.1.3. Simptomi nedostatka vitamina D.....	17
5.1.4. Rahitis kod djece.....	19
6. Hipervitaminoza D.....	22
7. Vitamin D - tjelesna aktivnost i pretilost .....	23
8. Prevencija i liječenje nedostatka vitamina D u djetinjstvu .....	26
8.1. Smjernice unosa vitamina D kod djece.....	28
9. Zaključak.....	32
10. Literatura.....	33
11. Životopis .....	37



## 1. Uvod

Vitamin D je mikronutrijent koji se naziva vitaminom, ali često i najstarijim prohormonom, odgovornim za blagostanje gotovo svakog oblika života na Zemlji, od fitoplanktona do ljudske vrste (1). Fiziološka uloga vitamina D je važna i raznolika, prvenstveno povezana s održavanjem zdravlja muskuloskeletnog sustava. No, biološka svojstva ovog relativno jednostavnog spoja idu daleko izvan održavanja homeostaze kalcija i fosfata (1). Vitamin D već dugo nosi naziv vitamin temeljeno na njegovoj prvotnoj identifikaciji, kao tvari potrebne za prevenciju bolesti poput rahitisa. Iako se razumijevanje njegovih funkcija promijenilo tijekom vremena, naziv vitamin ostao je ukorijenjen u medicinskoj terminologiji. Naime, za razliku od ostalih vitamina koji se uglavnom unose u organizam prehranom ili dodacima prehrani, vitamin D može se sintetizirati u organizmu, u koži, iz endogenog kolesterola pod utjecajem ultraljubičastog (UVB) zračenja. Budući da se proizvodi u tijelu, dokazi sugeriraju da se može smatrati hormonom više nego vitaminom. Međutim, prepreka da se vitamin D naziva hormonom leži u samoj definiciji hormona (2). Dok hormoni obično imaju specifične ciljane organe ili tkiva na koje djeluju, vitamin D djeluje široko u čitavom organizmu (2).

Vitamin D je topiv u mastima, kao i vitamini A, E i K. Neophodan je za apsorpciju kalcija iz crijeva, što omogućava izgradnju kostiju tijekom djetinjstva i očuvanje njihove čvrstoće i zdravlja u kasnijoj dobi (1). Nedostatak vitamina D dovodi do slabljenja kostura, gubitka čvrstoće kostiju i koštane mase, što povećava rizik od prijeloma. U djetinjstvu, manjak vitamina D uzrokuje rahitis, dok kod odraslih uzrokuje osteomalaciju. Istraživanja pokazuju da 40-50% populacije ima nedovoljnu koncentraciju vitamina D u krvi (1). Zalihe vitamina D smanjuju se s godinama, osobito tijekom zimskih razdoblja (1).

Prepoznati su određeni čimbenici rizika i populacijske skupine kod kojih je vjerojatnost pojave nedostatka vitamina D povećana. Najčešće su to su osobe koje rijetko borave na suncu, nose zaštitnu odjeću i koriste kreme za sunčanje, ljudi tamnije puti, pretile osobe, osobe koje uzimaju lijekove koji utječu na metabolizam vitamina D, hospitalizirani pacijenti, osobe smještene u institucijama, starije osobe i trudnice (1).

Velik broj istraživanja ukazuje i kako bi vitamin D mogao biti važan, između ostalog i u prevenciji raka, ali i ublažavanju simptoma multiple skleroze i depresije. Stoga je neizmjenljivo važno kontrolirati i pratiti razinu vitamina D već u najranijoj dječjoj dobi te slijediti preporuke brojnih stručnih društava Europe i Amerike vezane za profilaktičku primjenu vitamina D u djetinjstvu, a i kasnije u odrasloj dobi. Kako velik dio populacije, ne samo dječje, ima nedostatak vitamina D, sve je snažnija inicijativa za promjenom smjernica za preporučene dnevne potrebe za tim vitaminom.

Nedostatak vitamina D kod djece može dovesti do rahitisa, bolesti koja uzrokuje mekšanje i slabljenje kostiju, što može rezultirati deformacijama kostiju i drugim ozbiljnim komplikacijama (1). Nedavna istraživanja ukazuju na to da vitamin D igra važnu ulogu i u mentalnom zdravlju djece, hormonalnim ulogama reproduktivnog sustava i zdravlju kože, a nedostatak vitamina D može biti povezan i s povećanim rizikom od respiratornih infekcija kod djece (1).

Visoka učestalost nedostatka vitamina D predstavlja javnozdravstveni problem koji se može ispraviti odgovarajućim nadomjescima vitamina, stoga se preporučuje kontinuirano praćenje vrijednosti vitamina D u serumu kod ugroženih populacijskih skupina. Zanimanje za vitamin D značajno je poraslo posljednjih godina zbog niza pozitivnih učinaka na zdravlje, ne samo kod ugroženih populacijskih skupina.

## 2. Povijest otkrića vitamina D

Povijest otkrića i razumijevanja vitamina D pruža uvid u složenost znanstvenih istraživanja, medicinskih otkrića i društvenih promjena tijekom proteklih stoljeća. Prvim opisom rahitisa bavio se Daniel Whistler, 1645. godine, dok je A. Windaus otkrio i sintetizirao kemijski spoj koji čini vitamin D, za što je 1938. godine nagrađen Nobelovom nagradom (2).

Tijekom 20. stoljeća istraživači su nastavili otkrivati različite oblike vitamina D i njihove funkcije. Mc Collum i Edward Mellaubug otkrili su utjecaj ulja jetre bakalara i njegovu ulogu u prevenciji rahitisa (3). Došli su do zaključka da se vitamin D može dobiti iz hrane poput ribljeg ulja, jetre, mlijeka i žumanjaka, ali da se također može sintetizirati u koži pod utjecajem sunčeve svjetlosti (3). Daljnja istraživanja pokazala su kako vitamin D igra ključnu ulogu u održavanju zdravlja kostiju kroz regulaciju apsorpcije kalcija i fosfora, ali i u mnogim drugim fiziološkim procesima, uključujući imunološki odgovor, upalne procese i regulaciju gena (3). Doprinos razumijevanju globalne fiziološke funkcije vitamina D pridonijelo je istraživanje na glodavcu kojem nedostaje receptor vitamina D (VDR). 1923. godine, biokemičar Hargraves Steenback dokazao je da ozračivanje hrane za glodavce ultraljubičastim svjetlom povećava sadržaj vitamina D i drugog organskog materijala u toj hrani (2). To istraživanje je dovelo do zaključka da se kod navedenih glodavaca smanjila stopa pojavnosti rahitisa. Nakon tog istraživanja se povećala proizvodnja prehrambenih namirnica bogatih vitaminom D, što je dovelo je do smanjivanja pojavnosti rahitisa kod djece (3).

Dvije ključne teorije o liječenju rahitisa u prošlosti bile su povezane s prepoznavanjem važnosti vitamina D (3). Jedna je teorija bila o važnosti sunčeve svjetlosti, koja potječe još iz 17. stoljeća, kada su liječnici uočili da djeca koja su bila izložena sunčevoj svjetlosti manje obolijevaju od rahitisa. Međutim, sama veza nije bila dovoljna za razumijevanje mehanizma djelovanja. Tek kasnije se shvatilo da sunčeva svjetlost potiče proizvodnju vitamina D u koži (3). Druga važna teorija povezana s liječenjem rahitisa bila je ona koja je istaknula važnost prehrane bogatom hranom koja sadrži vitamin D. Ova teorija postala je značajna krajem 19. i početkom 20. stoljeća kada su istraživači otkrili da dodavanjem ribljeg ulja i jetre u prehranu djece s rahitisom, dovodi do poboljšanja njihovog zdravstvenog stanja (3).

Istraživanja o vitaminu D upotpunio je znanstvenik Michael Holick, koji je jedan od najistaknutijih istraživača u području istraživanja vitamina D i njegovog utjecaja na zdravlje. Holick je američki biokemičar koji je tijekom svoje karijere ostvario značajan doprinos

razumijevanju fiziologije vitamina D, njegovih učinaka na tijelo i važnosti izlaganja suncu (4). Holick je igrao ključnu ulogu u popularizaciji vitamina D kao važnog nutrijenta za zdravlje. Njegova su istraživanja istaknula širok spektar koristi vitamina D, uključujući njegovu ulogu u prevenciji bolesti poput rahitisa, osteoporoze, kardiovaskularnih bolesti, autoimunih bolesti, depresije i raka. Jedno od Holickovih najvažnijih dostignuća bilo je istraživanje sposobnosti kože da proizvodi vitamin D pod utjecajem sunčeve svjetlosti. Time se pokrenula javna svijest o važnosti izlaganja suncu kako bi se osigurala odgovarajuća razina vitamina D u tijelu (4).

### 3. Fiziologija i metabolizam vitamina D

Kolekalciferol (D3) i ergokalciferol (D2) dva su glavna oblika vitamina D u organizmu. Za razliku od drugih vitamina, koji se u organizam unose isključivo putem hrane ili dodataka prehrani, vitamin D se može i sintetizirati u koži pod utjecajem UVB zraka (2).

Iako je unos prehrane bogate vitaminom D od iznimne važnosti za zdravlje, najvažniji izvor vitamina D je endogena sinteza vitamina D3 u koži. Endogena sinteza opskrbljuje 80-90% količine vitamina D koja je potrebna za zdravlje organizma (2).

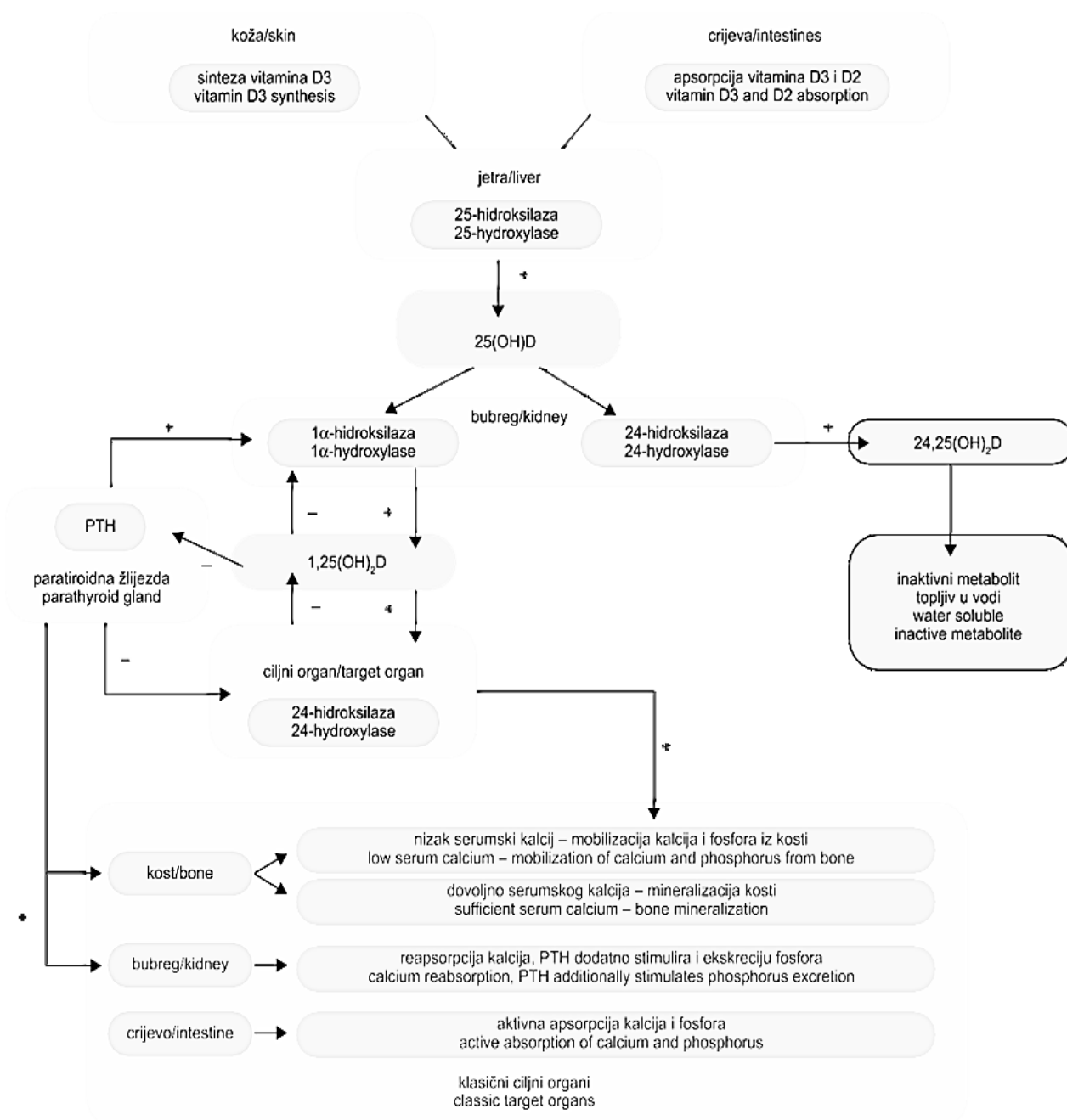
Metabolizam vitamina D započinje u koži gdje ultraljubičaste zrake konvertiraju ergosterol u previtamin D3, koji se zatim spontano izomerizira u vitamin D3. Vitamin D3, kao i vitamin D2 iz hrane, prenose se u jetru gdje se odvija prva hidroksilacija u 25-hidroksivitamin D (25(OH)D), poznat kao i kalcidiol. Ovaj proces je kataliziran enzimom 25-hidroksilazom, koji je prisutan u jetrenim mitohondrijima i mikrosomima. Kalcidiol zatim ulazi u cirkulaciju i transportira se putem krvotoka do bubrega. U bubrezima se druga hidroksilacija odvija putem enzima 1-alfa-hidroksilaze, koja konvertira kalcidiol u biološki aktivni kalцитriol. Kalcidiol služi kao glavni cirkulirajući oblik i marker statusa vitamina D u tijelu. Dakle, daljnja aktivacija se odvija u bubrezima, gdje se kalcidiol hidroksilira u 1,25-dihidroksivitamin D (1,25(OH)2D), poznat kao kalцитriol (2). Kalцитriol je biološki aktivni oblik vitamina D koji se veže za vitamin D receptore (VDR) u raznim tkivima, regulirajući ekspresiju gena uključenih u homeostazu kalcija i fosfata. Kalcidiol je dominantan oblik vitamina D u cirkulaciji zbog dugog poluživota od dva do tri tjedna, za razliku od kalцитriola koji ima poluživot od samo 4 do 6 sati (2). Međutim, biološka aktivnost kalcidiola je manja od 1% aktivnosti kalцитriola, koji je aktivni oblik vitamina D (2). Glavni učinak kompleksa vitamina D i njegovog receptora je poticanje apsorpcije kalcija u crijevima.

Regulacija ovog procesa je kompleksna i uključuje paratireoidni hormon (PTH), kalcij, fosfat i fibroblastni faktor 23 (2). Povećana razina paratireoidnog hormona (PTH), obično zbog nedostatka kalcija, potiče veću proizvodnju enzima 1-alfa-hidroksilaze i nastanak kalцитriola, dok visoka razina kalцитriola smanjuje stvaranje i otpuštanje PTH-a (mehanizam negativne povratne sprege). Suprotno tome, smanjenje razine kalцитriola dovodi do nedostatka kalcija i povećane proizvodnje PTH-a. Stoga, normalne razine kalцитriola i PTH-a održavaju recipročan odnos (2).

Sažeti prikaz metabolizma vitamina D prikaz je na slici 1. U jetri se odvija i razgradnja vitamina D, pri čemu nastaju visoko polarni produkti koji se uglavnom vežu s glukuronskom kiselinom i izlučuju putem žuči u fecesu, slično kao i većina metabolita vitamina D. Samo mali dio metabolita topivih u vodi izlučuje se urinom. (2)

Vitamin D može se smatrati prekursorom hormona jer je za njegovu aktivaciju potrebna sunčeva svjetlost. Također, budući da se proizvodi u tijelu, dokazi sugeriraju da se može smatrati hormonom više nego vitaminom, a također ima strukturu molekule steroida. Međutim, prepreka da se vitamin D često naziva hormonom leži u definiciji hormona (2). Dok hormoni obično imaju specifične ciljane organe ili tkiva na koje djeluju, vitamin D djeluje široko u organizmu (2).

Bez vitamina D ne možemo preživjeti. Cirkulira u krvnom optoku i veže se na receptore kako bi izazvao biološko djelovanje. Receptori za vitamin D postoje u svakoj stanici tijela. Kada su razine vitamina D niske, paratiroidna žlijezda to pokušava kompenzirati povećanjem izlučivanja paratiroidnog hormona (2).



Slika 1. Metabolizam vitamina D (2)

Picture 1. Vitamin D metabolism (2)

#### 4. Uloga vitamina D u organizmu

Vitamin D je esencijalni mikronutrijent koji ima raznolike i važne funkcije u organizmu. Prije svega, odgovoran je za regulaciju metabolizma kalcija i fosfata, a samim tim za zdravlje kostiju i zuba. Osim toga, važan je za adekvatan imunološki odgovor organizma, smanjuje upalne procese, regulira rast stanica, te utječe na mentalno i kardiovaskularno zdravlje čovjeka (5). Brojna istraživanja ukazuju i na njegovu ulogu u prevenciji raka, ublažavanju simptoma multiple skleroze i depresije.

Aktivirani vitamin D veže se na receptore u stanicama diljem tijela, regulirajući ekspresiju gena i vrijeme utjecaja na različite biološke procese. To uključuje diferencijaciju stanica, kontrolu rasta i proliferacije, te regulaciju imunološkog i upalnog odgovora (6). Kroz različite uloge, vitamin D se otkriva kao ključni nutrijent za opće zdravlje i dobrobit organizma. Istraživanja su pokazala da adekvatna razina vitamina D može imati zaštitni učinak protiv razvoja raznih kroničnih bolesti. Pregledna studija objavljena u časopisu *Nutrients* 2020. povezala je nedostatak vitamina D s povećanim rizikom od kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa 2, autoimunih bolesti i određenih oblika raka (6). Stoga je važno osigurati adekvatan unos vitamina D putem sunčeve svjetlosti, hrane i/ili dodacima prehrani kako bi se održala optimalna razina vitamina D u tijelu. Nedavna istraživanja pokazala su kako vitamin D može imati ulogu u regulaciji raspoloženja i mentalnog zdravlja, posebno u kontekstu sezonskog afektivnog poremećaja i drugih poremećaja raspoloženja (6). Razumijevanje uloge vitamina D u tijelu neprestano raste, a nova istraživanja nastavljaju otkrivati njegove kompleksne funkcije i učinke.

Brojne studije su dokazale da je vitamin D važan za procese u mnogim stanicama i tkivima, a ne samo za rast i razvoj koštanog sustava i održavanje homeostaze kalcija i fosfata. Regulira 3% ljudskog genoma. S obzirom na utjecaj različitih staničnih procesa, može se usporediti s hormonima štitnjače. Zauzima ključnu ulogu u funkciji skeletnih mišića, imunom sustavu, kardiovaskularnom zdravlju te incidenciji malignih bolesti i dijabetesu (6).

Iako minimalna koncentracija vitamina D potrebna za funkciju skeletnih mišića još nije utvrđena, osnovna klinička istraživanja ukazuju povezanost nedostatka vitamina D i mišićne slabosti. Primjerice, kod djece s nasljednim nedostatkom 1-alfa-hidroksilaze uočena je pojava mišićne slabosti (6).



Dokazano je da vitamin D ima važnu ulogu u regulaciji imunološkog sustava organizma tako da potiče veću proizvodnju T-stanica, koje su bitne za uništavanje virusa, bakterija i drugih patogena u upalnim procesima. Osim toga, pokazalo se da smanjuje imunološku reakciju koja može izazvati autoimune bolesti jer se nedostatak vitamina D često povezuje s pojavom autoimunih bolesti, kao posljedicom nedostatka vitamina D od rođenja ili u ranom djetinjstvu (3).

Nedostatak vitamina D povezan je s povećanim rizikom od razvoja kardiovaskularnih bolesti. Još uvijek nije potpuno jasno jesu li niske razine vitamina D uzrok ili posljedica patoloških kardiovaskularnih stanja (7). Dokazana je veza između nedostatka vitamina D i povećane incidencije koronarne srčane bolesti te moždanih udara (7). Nedostatak vitamina D također je povezan s razvojem hipertenzije i dislipidemije, iako nije poznat mehanizam djelovanja na hipertenziju i dislipidemiju.

Nedavno je objašnjeno kako vitamin D može pomoći u prevenciji i liječenju autoimunih bolesti poput dijabetesa melitusa tipa 1, multiple skleroze, sistemskog lupusa ili reumatoidnog artritisa. Lips i suradnici su u svom istraživanju objavljenom u *European Journal of Endocrinology* pokazali da se niske razine vitamina D mogu povezati s pojavom tipa 2 dijabetesa, pripisujući to dvama glavnim uzrocima. Prvo, vitamin D potiče lučenje inzulina iz beta stanica gušterače, te nedostatak vitamina D može biti povezan s inzulinskom rezistencijom (7). Drugo, nedostatak vitamina D može uzrokovati upalu i povećati upalne markere, te se povezuje s razvojem metaboličkog sindroma (7).

U eksperimentalnim studijama na stanicama raka kod glodavaca, otkriveno je da vitamin D ima nekoliko bioloških aktivnosti koje mogu usporiti ili čak spriječiti razvoj raka (8). To uključuje poticanje diferencijacije stanica, smanjenje rasta stanica raka, poticanje stanične smrti (apoptoze), smanjenje stvaranja krvnih žila koje hrane tumor (angiogeneza), te smanjenje progresije tumora i metastaza. Također je primijećeno da vitamin D potiskuje određene vrste imunoloških stanica koje inače mogu ograničiti odgovor imunološkog sustava na rak (8).

Istraživanje Instituta za istraživanja kardiovaskularnih bolesti i karcinoma u Americi obuhvatilo je više od 25000 ispitanika starijih od 50 godina koji su podijeljeni u dvije grupe. Prva grupa je primala dnevnu dozu od 2000 IU (eng. International Unit) vitamina D i omega-3 masne kiseline iz ribljeg ulja, dok je druga grupa primala placebo. Nakon pet godina praćenja, grupa koja je uzimala vitamin D/omega-3 imala je istu incidenciju raka kao i placebo grupa (9). Također, učestalost raka dojke, prostate i kolorektalnog karcinoma bila je slična u obje skupine

(9). Slično tome, drugo veliko istraživanje suplementacije vitaminom D, poznato kao ViDA, provedeno među Novozelancima u dobi od 50 do 84 godine, nije pronašlo povezanost između suplementacije i ukupnog rizika od raka (9).

Osim tih, rezultati i nekih drugih istraživanja dovode u pitanje ideju da uzimanje dodataka vitamina D sprječava razvoj kolorektalnih adenoma, koji mogu prerasti u kolorektalni rak. Pa tako u istraživanju D-Health iz 2019. godine, provedeno u Australiji na kontroliranim skupinama, osobe koje su uzimale dodatke vitamina D nisu imale manju pojavu kolorektalnih adenoma ili polipa nakon 5 godina praćenja (9). Dodatno, randomizirano ispitivanje provedeno na odraslim osobama u SAD-u s predijabetesom, prekomjernom tjelesnom težinom ili pretilošću nije pokazalo povezanost suplementacije vitaminom D s manjom pojavom raka ili kolorektalnih polipa (9). Također, u studiji prevencije polipa s vitaminom D i kalcijem iz 2012. godine od strane „National Cancer Institute“, koja je uključivala osobe kojima je uklonjen barem jedan adenom tijekom kolonoskopije na početku studije, uzimanje dnevnog dodatka vitamina D nije smanjilo rizik od ponovnog pojavljivanja adenoma tijekom sljedećih 10 godina (9). Stoga, može se zaključiti da ipak postoje određene kontroverze oko uloge vitamina D u prevenciji onkoloških bolesti.

Čimbenici koji utječu na razinu vitamina D u organizmu su dnevne, sezonske i geografske varijacije u intenzitetu sunčeva (UVB) zračenja, trajanje izloženosti sunčevom (UVB) zračenju, fototip kože/stupanj kožne pigmentacije (pojedinci tamnije puti imaju veću količinu melanina te im je potrebno duže izlaganje UVB zračenju kako bi stvorili jednake količine vitamina D kao ljudi svjetlije puti) i teške bubrežne ili jetrene bolesti (6).

Kod djece deficit vitamina D može uzrokovati usporen rast te razvoj rahitisa, bolesti koja se karakterizira poremećajem mineralizacije kostiju koje su još u fazi rasta. Rahitis zahvaća samo kosti koje se razvijaju, pa se ne javlja kod odraslih. Nedostatak vitamina D može dovesti do mišićne slabosti i povećati rizik od ozljeda mišića. Vitamin D je ključan za prijenos kalcijevih iona ( $\text{Ca}^{2+}$ ) iz sarkoplazmatskog retikuluma i njegov povratak, što omogućava mišićne kontrakcije. U slučaju nedostatka vitamina D, kinetika kontrakcije se mijenja, a faza opuštanja se produžuje. Osim toga, vitamin D pozitivno utječe na funkciju mitohondrija u mišićima, koji su odgovorni za zadržavanje  $\text{Ca}^{2+}$  tijekom otpuštanja iz sarkoplazmatskog retikuluma, što se ne događa kada postoji deficit vitamina D(10).

Prema smjernicama iz 2020. godine preporučena koncentracija vitamina D u krvi iznosi 75 nmol/L – 125 nmol/L (11). Koncentracije između 50 i 75 nmol/L ukazuju na manjak

vitamina D, odnosno insuficijenciju vitamina D, dok se vrijednosti manje od 50 nmol/L smatraju nedostatkom (deficitom) vitamina D i imaju jasan negativan učinak na koštani sustav. Vrijednosti 25(OH)D manje od 25 nmol/L uzrokuju ozbiljan poremećaj metabolizma kosti, rahitis u djece, odnosno osteomalaciju u odraslih, te miopatiju. Visoke vrijednosti vitamina D su rijetke, ali vrijednosti iznad 220 nmol/L mogu uzrokovati intoksikaciju s hiperkalciurijom i hiperkalcemijom, dok su vrijednosti iznad 350 nmol/L povezane s toksičnim učinkom. Međutim, kako bi došlo do intoksikacije vitaminom D, osoba bi morala unositi 50.000 IU vitamina D dnevno tijekom nekoliko mjeseci (1). Tablica 1 prikazuje dogovorenu razinu vrijednosti vitamina D u serumu.

Tablica 1. Prikaz koncentracije vitamina D u serumu (1)

25(OH)D (nmol/L)	TUMAČENJE
< 30 nmol/L	teški nedostatak vitamina D
< 50 nmol/L	nedostatak (deficijencija) vitamina D
< 75 nmol/L	manjak (insuficijencija) vitamina D
≥ 75 nmol/L	adekvatna razina vitamina D
> 250 nmol/L	suvišak vitamina D
> 375 nmol/L	intoksikacija

Kod zdravih osoba nije nužno provjeravati razinu vitamina D, osim ako postoje rizični čimbenici (10). Kako bi se utvrdilo postojanje nedostatka vitamina D, potrebno je izmjeriti serumsku koncentraciju 25(OH)D. Nakon vađenja krvi, važno je odmah zaštititi epruvetu od svjetla kako bi se izbjegla hemoliza. Metoda tekućinske kromatografije tandemске masene spektrometrije smatra se zlatnim standardom, dok se komercijalno dostupne metode temelje na reakcijama protutijela s 25(OH)D molekulom (10). Koncentracija vitamina D u serumu može se izraziti u ng/mL i nmol/L, pri čemu je omjer 1:2,5, što znači da 30 ng/mL odgovara 75 nmol/L. 1 nmol/L iznosi 40 IU (internacionalnih jedinica) (10). Češće se upotrebljava naziv IU zbog jednostavnosti razumijevanja (10).

#### 4. 1. Izvori vitamina D u prehrani

Razina vitamina D u organizmu povećava se konzumacijom namirnica bogatih vitaminom D. Važno je razumjeti koje vrste namirnica prirodno sadrže vitamin D kako bi se mogao osigurati adekvatan unos, posebno kada je izloženost suncu smanjena, kao što je to često slučaj tijekom zimskih mjeseci (12).

Namirnice koje su bogate navedenim vitaminom su sir, kvasac, goveđa jetra, žumanjak i određene vrste gljiva. Koncentracija vitamina D u gljivama se može povećati izlaganjem gljiva UVB svjetlosti prije konzumacije (13). Istraživanje provedeno 2014. pokazalo je kako razina 25(OH)D koju sadrže govedina, svinjetina, piletina, puretina i jaja imaju dva do 18 puta veću razinu vitamina D, nego vitamin D u samostalnom obliku. U Sjedinjenim Američkim Državama, Uprava za hranu i lijekove (FDA) je odobrila prah gljiva tretiranih UV-zrakama kao prehrambeni aditiv koji služi kao izvor vitamina D2 u prehrambenim proizvodima. Hrana poput morske ribe (tuna, skuša i losos) su izvrsni prirodni izvori vitamina D, kao i ulje riblje jetre koje je poznata još od davnina kao dobar izvor, rakovi i općenito ostali morski plodovi. U tablici 2 su prikazane određene prehrambene namirnice i sadržaj vitamina D u istima (12).

Tablica 2. Izvori vitamina D2, D3 (12)

Izvor	Sadržaj vitamina D, IJ = 25 ng
Ulje jetre bakalara	400 – 1000 IJ / žličica vitamina D3
Svježi losos	600 – 1000 IJ / 100 g vitamina D3
Konzerva lososa	300 – 600 IJ / 100 g vitamina D2, D3
Konzerva sardine	300 IJ / 100 g vitamina D3
Konzerva skuše	2500 IJ / 100 g vitamina D3
Shiitake gljive, svježe	100 IJ / 100 g vitamina D3
Shiitake gljive, osušene na suncu	1600 IJ / 100 g vitamina D3
Žumanjak	20 IJ

S obzirom da je većina izvora vitamina D životinjskog podrijetla, izazov je osigurati dovoljan unos vitamina kod osoba koje primjenjuju veganski način prehrane (14). Međutim, postoje neki veganski izvori vitamina D, kao što su obogaćene biljne mliječne alternative (bademovo ili sojino mlijeko), žitarice, dodaci prehrani (mnogi veganski dodaci vitamina D dostupni na tržištu, koji su obično izrađeni od biljnih izvora) (14).

U SAD- u zamjene biljnog mlijeka (kao što su napitci od soje, badema ili zobi) često su obogaćene sličnim količinama vitamina D kao one u obogaćenom kravljem mlijeku (oko 120 IU/šalica). (13)

Postoje različite preporuke o optimalnoj razini unosa vitamina D, ovisno o dobi, spolu, geografskoj lokaciji i drugim čimbenicima. Stoga je važno da pojedinci redovito provjeravaju svoju razinu vitamina D putem krvnih testova kako bi bili sigurni da su u optimalnom rasponu i da prilagode svoj unos vitamina D prema potrebi (14). Uz to, važno je naglasiti da mora postojati ravnoteža između izlaganja suncu radi sinteze vitamina D i zaštite kože od štetnih UVB zraka. Prekomjerno izlaganje suncu može povećati rizik od oštećenja kože i raka kože, pa je važno pridržavati se smjernica za sigurno izlaganje sunca.

## 5. Vitamin D i bolesti u djece

Vitamin D je vitamin ključan za rast i razvoj djece, a nedostatak ovog vitamina može dovesti do raznih zdravstvenih problema. Kao što je do sada već rečeno, najvažnija uloga mu je u regulaciji apsorpcije kalcija i fosfata te održavanju zdravlja kostiju i zuba, sprječavanju pojavu rahitisa u djece. No, pokazano je da nedostatak vitamina D ima utjecaj i na pojavu šećerne bolesti tipa 1, atopijskog dermatitisa i akni, autizma i ADHD-a, infekcija, alergija, autoimunih bolesti i bolesti štitnjače, srčano-žilnih bolesti i multiple skleroze (5). Osim rahitisa i navedenih bolesti, nedostatak vitamina D može uzrokovati i osteomalaciju kod odraslih, budući da se 40% mineralizacije kostiju odraslih osoba događa u djetinjstvu. Stoga je važno osigurati adekvatan unos vitamina D u ovoj fazi razvoja (5). Potreba za vitaminom D može varirati između dječaka i djevojčica. Promatrajući povezanost djece i prijeloma, pokazalo se da su djeca koja su imala niže razine vitamina D imala značajno veću incidenciju težih prijeloma (5). U najranijoj dobi, kada dijete uglavnom konzumira mliječnu hranu, mogući su nedostaci vitamina D, K i željeza. Kasnije u djetinjstvu, nedostaci vitamina i minerala često proizlaze iz specifičnih prehrambenih navika ili kroničnih bolesti. Nedostatak vitamina D čest je kod veganske prehrane, dok loše planirana vegetarijanska prehrana može dovesti do manjka vitamina D.

Stoga je važno osigurati adekvatan unos vitamina D u djetinjstvu kako bi se spriječile ove potencijalno ozbiljne posljedice nedostatka ovog vitamina. To se može postići dovoljnim izlaganjem djece sunčevoj svjetlosti, prehrani bogatoj vitaminom D i, prema potrebi, dodatcima prehrani, pod nadzorom zdravstvenog stručnjaka.

Kako bi se djetetu osigurao dovoljan unos vitamina D u organizam, preporučuje se konzultacija s pedijatrom ili nutricionistom da bi se odredila potrebna doza i osigurao zadovoljavajući unos vitamina D. Redoviti pregledi i praćenje razine vitamina D u krvi, također mogu biti korisni za procjenu nutritivnog statusa i potrebe za dodatcima prehrani. Planiranje prehrane kod djece zahtijeva pažljivo praćenje kako bi se osiguralo dobivanje svih potrebnih hranjivih tvari za optimalan rast i razvoj. Potrebno je obratiti pozornost kod veganske prehrane na deklaracije koje označavaju koliko hranjivih tvari, kao i vitamina D se nalazi u proizvodu (14).

Većina međunarodnih i nacionalnih smjernica preporučuje profilaksu vitaminom D za svu dojenčad tijekom prve godine života, s obzirom na često ograničenu i nepredvidivu opskrbu vitaminom, što je često slučaj u ranom djetinjstvu (5). Što se tiče primjene obogaćene hrane u

ranom djetinjstvu, konzumacija mlijeka obogaćenog vitaminom D između 2. i 6. godine može biti sigurna i vrlo učinkovita prehrambena mjera za prevenciju nedostatka vitamina D tijekom razdoblja smanjene izloženosti sunčevoj svjetlosti (5).

### 5.1. Hipovitaminoza D kod djece

Hipovitaminoza je stanje u kojem organizam pati od nedostatka određenih vitamina u prehrani. To se može dogoditi zbog nedovoljnog unosa vitamina putem hrane, problema s apsorpcijom vitamina u organizmu ili povećane potrošnje vitamina uslijed bolesti ili drugih faktora. Hipovitaminoza može rezultirati različitim zdravstvenim problemima, ovisno o vitaminu koji nedostaje. Procjenjuje se da u svijetu od hipovitaminoze vitamina D boluje više od milijardu ljudi pa se često govori o pandemiji hipovitaminoze D (1). Terapija hipovitaminoze obično uključuje unos adekvatne količine nedostajućeg vitamina putem prehrane ili suplemenata. Djeca su posebno osjetljiva na hipovitaminoze zbog brzog rasta i razvoja.

#### 5.1.1 Epidemiologija nedostatka vitamina D u djece

Nedostatak vitamina D u djece je globalni javnozdravstveni problem s različitim prevalencijama ovisno o geografskom području, načinu života, prehrani i socijalno-ekonomskim uvjetima. Prevalencija se kreće od 30% do 90%, ovisno o regiji (15). U Europi se bilježi da između 10% do 30% dojenčadi i male djece pati od nedostatka vitamina D (11). Nedostatak vitamina D posebno je visok u zemljama sjeverne hemisfere, gdje je manjak sunčeve svjetlosti tijekom zimskih mjeseci. Djeca u Južnoj Aziji, Bliskom Istoku i Africi također pokazuju visoku stopu nedostatka vitamina D (11). U Europi se pokazuje značajna prevalencija nedostatka vitamina D među djecom i adolescentima. Na primjer, studija iz Njemačke pokazala je da 62% djece u dobi od 1 do 17 godina ima nedostatak vitamina D tijekom zime. Slični rezultati su zabilježeni u Velikoj Britaniji, Francuskoj i Skandinavskim zemljama (15). U SAD-u, nedostatak vitamina D među djecom je također značajan. Tamo prevalencija nedostatka vitamina D u djece i adolescenata iznosi oko 9% prema Nacionalnom istraživanju o zdravlju i prehrani (NHANES), dok 61% ima nedovoljnu razinu vitamina D. U Aziji, posebno u Indiji i Kini, nedostatak vitamina D među djecom je vrlo visok zbog kombinacije niske izloženosti sunčevoj svjetlosti, visoke razine onečišćenja zraka i kulturnih

praksi koje ograničavaju izlaganje suncu (15). Studije pokazuju da do 90% djece u nekim njihovim urbanim područjima ima nedostatak vitamina D (16).

#### 5.1.2. Rizični čimbenici za nedostatak vitamina D u djetinjstvu

Djeca s većim rizikom od nedostatka vitamina D su ona koja su isključivo dojena nakon šest mjeseci starosti, posebno tijekom zimskih mjeseci, kao i djeca s tamnijom bojom kože te ona koja su prekomjerno hranjena tj. pretila (17). Također, djeca koja provode malo vremena na otvorenom ili djeca majki koje su tijekom trudnoće imale nedostatak vitamina D su u visokom riziku od nedostatka vitamina D. Nedostatak vitamina D često se javlja i kod djece s kroničnim bolestima poput celijakije, upalnim bolestima crijeva ili problemima s protokom žuči, kao i kod djece s ograničenom pokretljivošću (1). Za sve ove skupine djece preporučuju se redovite kontrole razine vitamina D u organizmu.

Djeca s tamnom bojom kože moraju provesti više vremena na suncu, otprilike 3 do 5 puta duže nego djeca svijetle puti, kako bi proizvela istu količinu vitamina D (17). Djeca koja uzimaju određene lijekove poput antiepileptika također su u rizičnoj skupini (17). Također, kod pretilih djece uočavaju se niže koncentracije vitamina D u usporedbi s djecom normalne tjelesne težine (17). Razlog ovome je nakupljanje viška vitamina D u masnom tkivu pretilih, kao i nedostatak fizičke aktivnosti te vremena provedenog na otvorenom (18).

Faktori rizika hipovitaminoze D kod djece (17):

- Geografska širina: Djeca koja žive na višim geografskim širinama imaju veći rizik zbog manje dostupnosti sunčeve svjetlosti tijekom godine
- Sezona: Zimi je prevalencija nedostatka vitamina D veća zbog smanjene količine sunčeve svjetlosti
- Prehrana: Djeca s nedovoljnom konzumacijom hrane bogate vitaminom D, kao što su masna riba, jaja i obogaćeni mliječni proizvodi, imaju veći rizik
- Onečišćenje zraka: u urbanim područjima s visokim zagađenjem zraka, UVB zračenje je smanjeno, što negativno utječe na sintezu vitamina D u koži



### 5.1.3. Simptomi nedostatka vitamina D

Tijekom intenzivnog rasta i razvoja u djetinjstvu, zbog nedostatka vitamina D djeca su podložna problemima vezani uz mineralizaciju kostiju što se onda manifestira rahitisom, sklonošću prijelomima kostiju, a nakon završetka rasta i kao osteomalacija. Neke od karakterističnih obilježja nedostatka uključuju (19):

- Kraniotabes (pojava u drugom mjesecu života)
- Deformacije nogu (u obliku slova O i rjeđe slova X)
- Simptomi hipokalcemije (konvulzije, trzanje mišića i poteškoće s disanjem)
- Malaksalost ili razdražljivost
- Usporen rast
- Povećana sklonost infekcijama dišnih puteva u ranom djetinjstvu
- Nepravilnosti na zubima
- Kronični umor i dr.

Uz navedeno, hipovitaminoza D dovodi i do povećane sklonošću razvoju određenih bolesti. Primjerice, studija predstavljena na godišnjem sastanku Američke akademije za dječju i adolescentnu psihijatriju (AACAP) 2023. godine, pokazala je značajnu vezu između nedostatka vitamina D u adolescenata i poremećaja pažnje/hiperaktivnosti (ADHD) te prevalencije depresije (20). Prema istraživanju, ADHD je značajno češći u skupini adolescenata s nedostatkom vitamina D (13,8%) u usporedbi sa skupinom koja nije imala nedostatak (11,6%) (20). Također, rano prepoznavanje nedostatka vitamina D i praćenje simptoma depresije mogu biti korisni u prevenciji simptoma ADHD-a. Nedostatak vitamina D tijekom rane dječje dobi može utjecati na normalan razvoj mozga i funkciju neurotransmitera, što može predisponirati dijete za razvoj ADHD-a. Osim toga, nedostatak vitamina D može utjecati na neurotransmitere i neuroplastičnost mozga, što može doprinijeti razvoju ADHD-a i drugih poremećaja pažnje i ponašanja (5). Preporučuje se redovito testiranje razine vitamina D kod adolescenata, posebno ako postoji sumnja ili simptomi depresije, ADHD-a ili drugih mentalnih problema.

Isto tako, istraživanja su pokazala da intervencija vitaminom D može značajno poboljšati simptome autizma, iako osnovni mehanizam nastanka autizma još nije potpuno razjašnjen. Spektar poremećaja autističnog spektra (ASD) obuhvaća širok raspon neurobioloških

raznolikosti, od blagih do teških simptoma, kao što su poteškoće u komunikaciji, socijalnoj interakciji i ponašanju (5). Razina vitamina D u krvi majke tijekom trudnoće može utjecati na razvoj fetusa, uključujući i razvoj mozga, što može imati dugoročne posljedice na djetetovo ponašanje i neurološki razvoj (21). Neke studije su također sugerirale da dodatna suplementacija vitaminom D kod djece s ASD-om može smanjiti simptome poremećaja, poput poboljšanja komunikacije i smanjenja ponašanja vezanih uz ASD (21). Međutim, važno je napomenuti da iako postoji određena korelacija između razine vitamina D i autizma, mehanizmi koji leže u osnovi ove veze još nisu potpuno razjašnjeni, te su potrebna daljnja istraživanja kako bi se bolje razumjela ta povezanost i eventualno razvile terapije ili preventivne strategije.

Lim i suradnici, 2017.godine proveli su istraživanje o utjecaju suplementacije vitaminom D na 39 ispitanika koji su imali problem s aknama i koji su bili podijeljeni u dvije grupe (22). Prva grupa primala je suplementaciju od 1000 IU kolekalciferola tijekom dva mjeseca, dok je druga grupa primala istu količinu placebo kapi (22). Nakon dva mjeseca, u grupi koja je koristila vitamin D značajno je smanjen broj upalnih lezija na koži. To je objašnjeno time da vitamin D igra važnu ulogu u imunološkom sustavu i upalnim procesima, pa nedostatak vitamina D može utjecati na oslabljenje imuniteta što dovodi do pogoršanja stanja kože i može predisponirati pojedinca na pojavu akni. Međutim, istraživanja o ovoj temi su ograničena i daljnja istraživanja su potrebna kako bi se potvrdila ta veza.

Također, praćen je utjecaj vitamina D na pojavu šećerne bolesti kod djece. Pozitivni učinci vitamina D uključuju pojačanu proizvodnju i oslobađanje inzulina, veću ekspresiju inzulinskih receptora te suzbijanje upale, što može smanjiti rizik od inzulinske rezistencije i dijabetesa tipa 1. U istraživanju koje su proveli Paniyar i suradnici, primjena vitamina D u dozi od 3000 IU / dan tijekom 12 mjeseci pokazala se povezanom s poboljšanom kontrolom glikemije i postupnim smanjenjem funkcije beta-stanica kod djece s dijabetesom tipa 1 (7). Djeca koja su primila i vitamin D uz inzulinsku terapiju imala su niže razine glukoze u krvi, niži HbA1c, manje ukupne dnevne doze inzulina te više stimuliranih C-peptida u usporedbi s djecom koja su primila samo inzulinsku terapiju (7). Prosječne razine 25(OH)D u serumu ostale su iznad 75 nmol/L u interventnoj skupini tijekom cijelog istraživanja (7).

Atopijski dermatitis (AD) je kronična bolest kože koja se često javlja kod djece, a rjeđe kod odraslih, karakterizirana oštećenom kožnom barijerom, a uzrokovana je kombinacijom genetskih, okolišnih i imunoloških čimbenika (23). Kožne imunološke stanice mogu proizvoditi i reagirati na vitamin D. Vitamin D regulira aktivnost monocita, uključujući inhibiciju proliferacije, poticanje diferencijacije keratinocita i jačanje kožne barijere. Studija provedena

2019. godine na djeci od 5 do 16 godina pokazala je da je prevalencija nedostatka vitamina D veća među djecom s atopijskim dermatitisom (33%) u usporedbi s zdravom kontrolnom skupinom koja je imala dovoljne razine vitamina D (23). Djeca čija je razina vitamina D manja od 0,3ng/ml bolovala su od težeg oblika atopijskog dermatitisa (23).

Nedostatak vitamina D može rezultirati promjenama u strukturi zuba, kao što su amelogeneza i dentogeneza (24). Amelogeneza se odnosi na proces formiranja vanjskog sloja zuba, cakline, dok se dentogeneza odnosi na formiranje dentina. Najčešći oblik promjena na zubima uzrokovanih nedostatkom vitamina D je hipoplazija cakline, što može rezultirati pojavom bijelih ili žuto-smeđih mrlja na zubima te povećanom osjetljivošću zuba i većom predispozicijom za karijes (24). U zemljama u razvoju, procjenjuje se da 60-90% djece pati od karijesa, kako je navedeno u Svjetskom izvješću o oralnom zdravlju za 2023. godinu (25). Osim toga, nedostatak vitamina D može doprinijeti razvoju hipodoncije (smanjenim brojem zuba) i nepravilnim oblikom zuba, poput konusa (25). Studije su pokazale da vitamin D ima imunosupresivni i protuupalni učinak, što može pomoći u sprječavanju infekcija i upala u usnoj šupljini. Također, adekvatna količina vitamina D u organizmu može potaknuti brže zacjeljivanje nakon stomatoloških operacija. Stoga je važno je uzeti u obzir sve faktore koji mogu utjecati na oralno zdravlje djeteta i osigurati adekvatan unos potrebnih nutrijenata putem prehrane ili dodataka prehrani (26).

#### 5.1.4. Rahitis kod djece

Rahitis je češći u područjima s malo sunčeve svjetlosti, kao što su sjeverne geografske širine tijekom zime. U tropskim i subtropskim područjima, rahitis može biti rijedak, ali se javlja u slučajevima gdje je izlaganje suncu smanjeno zbog kulturnih ili socijalnih razloga. Rizična skupina su i djeca koja doje, posebno ako majka ima nizak status vitamina D. Također, djeca s tamnijom kožom imaju manju sposobnost sinteze vitamina D zbog veće količine melanina. U nekim razvijenim zemljama, prevalencija rahitisa je smanjena zbog obogaćivanja hrane vitaminom D, dok u zemljama u razvoju rahitis može biti endemski, zbog loše prehrane i nedostatka zdravstvene skrbi (27).

Kako je već rečeno, vitamin D se sintetizira u koži pod utjecajem UVB zraka iz sunčeve svjetlosti ili se unosi hranom. Aktivni oblik vitamina D (kalcitriol) povećava apsorpciju kalcija i fosfata iz crijeva. Kada je vitamin D nizak, smanjena je apsorpcija kalcija, što dovodi do

hipokalcemije. Tijelo to kompenzira povećanom proizvodnjom paratireoidnog hormona (PTH), što povećava resorpciju kosti kako bi se održala razina kalcija u krvi, ali to dodatno oslabljuje kosti. Nedostatak mineralizacije kosti dovodi do karakterističnih promjena, uključujući epifize koje postaju proširene i nepravilne, te mekane, deformirane kosti koje se lako savijaju. (27)

Simptomi rahitisa kod djece (27):

1. Genu varum (noge prema van) i genu valgum (noge prema unutra).
2. Rahitičke rozete: Zadebljanje kostiju na spoju rebara i hrskavice.
3. Lubanja: Mekana, ravna područja na lubanji (craniotables) i frontalna ispupčenja.
4. Odgođeni rast: Djeca s rahitisom često imaju smanjen rast i mogu kasniti u postizanju razvojnih prekretnica.
5. Dentalni problemi: Odgođeni izbijanje zuba, problemi s razvojem zubne cakline.
6. Mišićna slabost: Mišići mogu biti slabi i djeca mogu imati teškoće s motoričkim funkcijama.
7. Osteomalacija kod adolescenta: Kada rahitis traje do adolescencije, može se razviti osteomalacija, stanje koje karakterizira omekšavanje kostiju kod odraslih.

Dijagnoza rahitisa se postavlja (27):

- a) **Klinički pregled:** vidljive su karakteristične koštane deformacije, a povijest bolesti može otkriti rizike poput nedostatka izlaganja suncu ili prehrambenih nedostataka.
- b) **Radiološki pregled:** Radiološki snimci otkrivaju proširenje metafiza, zakrivljenost dugih kostiju, te zadebljanje epifiza.
- c) **Laboratorijske pretrage:** prisutne su niske razine kalcija i fosfata i povišene razine alkalne fosfataze. Najbolji pokazatelj rahitisa je niska razina 25-hidroksi vitamina D u serumu.

Uzimanje dodataka vitamina D može brzo poboljšati razinu vitamina D u krvi. Preporučene doze mogu varirati, ali obično uključuju visoke doze vitamina D za početnu korekciju, a zatim održavanje nižim dozama (27). Povećanje unosa hrane bogate kalcijem i fosfatom je važno kao što su mlijeko, mliječni proizvodi, riba, žitarice. Povećanje izlaganja sunčevoj svjetlosti može pomoći u sintezi vitamina D, ali treba biti oprezan kako bi se izbjegle opekline. Važni su

redoviti pregledi za praćenje napretka liječenja, uključujući ponovne laboratorijske pretrage i radiološke preglede kako bi se pratilo da se kosti pravilno mineraliziraju (27). U težim slučajevima gdje su deformacije kostiju značajne, kirurške intervencije mogu biti potrebne za korekciju deformacija. Pravovremena intervencija i liječenje rahitisa su ključni za sprječavanje trajnih deformacija i omogućavanje normalnog rasta i razvoja djeteta. Važno je da roditelji i skrbnici budu svjesni rizika i simptoma rahitisa kako bi mogli pravovremeno potražiti medicinsku pomoć (27).

## 6. Hipervitaminoza D

Prekomjerna konzumacija vitamina D, obično iznad 10 000 – 50 000 IU dnevno, može rezultirati toksičnošću vitamina D (28). Simptomi hipervitaminoze mogu uključivati (28):

- Zatvor
- Smanjeni apetit
- Dehidracija
- Razdražljivost
- Poliurija (pojačano mokrenje)
- Povraćanje.

Mogu se pojaviti i simptomi poput suhoće usta, povećane žeđi, glavobolje, bolova u kostima i mišićima te gubitka apetita (28). Postoji visok rizik od razvoja hipervitaminoze kod nekontroliranog uzimanja dodatka vitamina D, posebno u kombinaciji s određenim zdravstvenim stanjima poput bolesti bubrega ili jetre. Većina slučajeva hipervitaminoze D obično prolazi bez većih komplikacija. Međutim, u težim slučajevima može doći do oštećenja bubrega, pankreatitisa ili čak gubitka svijesti (28).

## 7. Vitamin D - tjelesna aktivnost i pretilost

Tjelesna aktivnost ključna je za zdrav rast i razvoj djece. Tjelesnom aktivnošću osim što se potiče razvoj mišića i kostiju u djetinjstvu, poboljšava se kardiovaskularno zdravlje, mentalno zdravlje te smanjuje rizik od pretilosti i kroničnih bolesti. Preporuke za tjelesnu aktivnost kod djece variraju prema dobi, ali općenito se preporučuje najmanje sat vremena umjerene do intenzivne tjelesne aktivnosti svaki dan (5). Značajne zdravstvene dobrobiti mogu se postići čak i s manjim količinama tjelesne aktivnosti, ali je cilj svakodnevno osigurati barem minimalno prosječno preporučeno vrijeme, 60 minuta dnevno (5). Djeca mlađa od jedne godine trebaju biti tjelesno aktivna nekoliko puta dnevno, posebice kroz interaktivnu igru na podu. Za djecu od jedne do četiri godine preporučuje se najmanje 180 minuta tijekom dana u raznim vrstama tjelesnih aktivnosti bilo kojeg intenziteta, uključujući i umjerene do jake aktivnosti. Za djecu od tri do četiri godine potrebno je uključiti najmanje 60 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog do jakog intenziteta. Djeca starija od pet godina trebala bi imati barem 60 minuta tjelesne aktivnosti dnevno, uglavnom aerobne, te bi također trebali uključiti i anaerobne aktivnosti jakog intenziteta koje jačaju mišiće tri dana u tjednu (5). Aktivnosti bi trebale uključivati aerobne vježbe, kao i one koje jačaju mišiće i kosti. Osim što će tjelesna aktivnost dovesti do povećanja razine vitamina D, pomaže pri smanjenju pretilosti i pojavnosti bolesti koje su uzrokovane pretilošću (5).

Prednosti obavljanja tjelesne aktivnosti vezano za potrebe za vitaminom D posebno su izražene na otvorenom, ali su također korisne i u zatvorenim prostorima. Prilikom provođenja tjelesne aktivnosti na otvorenom, djeca su češće i u većoj mjeri izložena suncu, odnosno UVB zrakama što dodatno povećava razinu vitamina D u organizmu. Pokazalo se da djeca koja više dijelova tijela izlažu suncu, imaju većinu razinu vitamina D, nego što je to slučaj kod djece koja otkrivaju samo lice i ruke. Također, djeca koja su redovito fizički aktivna imaju tendenciju imati više razine vitamina D u tijelu u usporedbi s manje aktivnom djecom (5).

U posljednjih nekoliko godina, interes za istraživanjem veze između tjelesne aktivnosti i nivoa vitamina D u krvi u djece je sve veći, posebno zbog visoke učestalosti nedostatka vitamina D kod djece i adolescenata. Istraživanja su pokazala da su više razine 25(OH)D u serumu djece koje su fizički aktivnija (5). U jednoj danskoj studiji koja je provedena na djeci u dobi od 8 do 11 godina, nije pronađena značajna povezanost između tjelesne aktivnosti i nedostatka vitamina D, ali je dokazano je da djeca koja imaju smanjenu razinu vitamina D, imaju povećanu razinu kolesterola, krvnog tlaka i veći opseg struka (29). Istraživanje provedeno

u Saudijskoj Arabiji na djeci u dobi od 6 do 17 godina pokazalo je da su fizički aktivnija djeca imala više razine vitamina D u usporedbi s neaktivnom djecom (30). I brazilski autori su u svojoj studiji otkrili specifičnu povezanost između tjelesne aktivnosti i razine vitamina D, ovisno o spolu adolescenata. Naime, pokazali su da tjelesna aktivnost ima značajnu povezanost s razinom vitamina D samo kod dječaka (31).

Vežu između tjelesne aktivnosti i razine vitamina D potrebno je promatrati s obzirom na spol, godine starosti zbog različitih stupnjeva zahtjevnosti izvođenja određene tjelesne aktivnosti i geografski položaj u kojem djeca odrastaju jer su moguće varijacije u broju sunčanih sati (31).

Pretilost se definira kao vrijednost indeksa tjelesne mase (ITM) koji je veći od  $30 \text{ kg/m}^2$ . Danas prekomjerna tjelesna težina predstavlja veliki javnozdravstveni problem u svijetu. Procjenjuje se da više od 42 milijuna djece mlađe od pet godina diljem svijeta ima prekomjernu težinu ili je pretilo (32). Rastuća stopa pretilosti u djetinjstvu u zemljama u razvoju sada je 30%, viša nego u razvijenim zemljama. Procjenjuje se da će oko 70 milijuna djece biti izvan normalnih granica težine za određenu dob do 2025. godine, što će pretilost učiniti vodećim zdravstvenim problemom u svijetu (32).

Poznato je da su posljedice pretilosti bolesti poput hipertenzije, dijabetesa, dislipoproteinemije i mnoge druge (1). Neka istraživanja su pokazala da vitamin D povećava djelovanje inzulina, suprimira glukoneogenezu te na taj način djeluje na izmjenu tvari poput masti i ugljikohidrata, djeluje na angiogenezu i regulira krvni tlak i koagulaciju (5). S obzirom da su istraživanja pokazala kako postoji poveznica između smanjene razine vitamina D i pretilosti, povećan je rizik za razne bolesti. Pretile osobe imaju niže razine vitamina D u organizmu, nego osobe sa normalnom tjelesnom težinom. Razina vitamina D u serumu je za 20% manja nego kod osoba kojima je ITM manje od  $30 \text{ kg/m}^2$  (5). Razlog smanjene razine vitamina D kod pretilih osoba bi mogla biti nepravilna prehrana, nedovoljna tjelesna aktivnost, smanjeno provođenje vremena na suncu, neregulirana sinteza vitamina D u koži ili smanjena apsorpcija vitamina D u crijevima. Smatra se kako su djevojčice, pubertet, godišnja doba, geografski položaj, život u gradovima i pretilost neovisni faktori za pojavnost hipovitaminoze D kod djece (18).

Iako pretile osobe proizvode jednaku količinu vitamina D kada su izloženi sunčevim zrakama kao i osobe s normalnom težinom, kod njih se vitamin D raspoređuje u većem volumenu masnog tkiva, što rezultira deficitom. Iz tog razloga osobe s pretilošću, kao i one



koje uzimaju antifungike, glukokortikoide ili antikonvulzive, trebaju unositi dva do tri puta više vitamina D u odnosu na preporučene količine za njihovu dobnu skupinu (32).

U Belgiji 2020. godine je provedeno istraživanje na 92 adolescenta s problemom pretilosti. Adolescenti su sudjelovali u programu zdrave prehrane i povećane tjelesne aktivnosti. Na početku programa četvrtina njih imala je dijagnosticiranu hipovitaminozu D, no na kraju programa razina vitamina D kod tih adolescenata vratila se u normalne vrijednosti. Prema istraživanju, nedostatak vitamina D češći je kod pretilih djevojčica nego pretilih dječaka, a također se veći nedostatak vitamina D primjećuje kod pretilih djece u razvoju (33).

Pretilost je povezana s ranim pubertetom, zbog povišene razine leptina, koji ima permisivan učinak na pubertet i pubertetski rast. Osim toga, nizak status vitamina D može dovesti do pretilosti u pubertetu zbog sekundarnog hiperparatireoidizma i povećanja intracelularnog kalcija. Određena istraživanja sugeriraju povezanost između nedostatka vitamina D, pretilosti i pojave menarhe u sve mlađoj dobi (34). Dob u kojoj se javlja menarha snižava se širom svijeta. Mogući razlozi tome su moderan način života, više provođenja vremena pred ekranima, tjelesna neaktivnost, strah od izlaganja UVB zrakama što dovodi do smanjenja razine vitamina D. Uz to dječja prehrana koja bi trebala biti obogaćena vitaminima i ostalim hranjivim tvarima, često se zamjenjuje s hranom obogaćenom mastima, šećerima i ugljikohidratima(34). Sve to dovodi do nedostatka vitamina D u djece u velikim razmjerima.

## 8. Prevencija i liječenje nedostatka vitamina D u djetinjstvu

Prevencija nedostatka vitamina D u djetinjstvu ključna je za očuvanje cjelokupnog zdravlja. To uključuje osiguranje uravnotežene prehrane bogate raznolikim izvorima vitamina i minerala, kao i promicanje izlaganja suncu radi sinteze vitamina D. Također, važno je redovito praćenje zdravlja djece kako bi se rano identificirali eventualni nedostaci vitamina i poduzeli odgovarajući tretmani ili prilagodbe u prehrani i načinu života. Djeca bi trebala provoditi više vremena na suncu i na otvorenom te konzumirati hranu bogatu vitaminom D kako bi osigurala adekvatan unos (1). Upotreba sredstava za zaštitu od sunca sa zaštitnim faktorom 30 može značajno smanjiti sintezu vitamina D za više od 95% (1). Ova visoka razina zaštite od sunca sprječava prodiranje UVB zraka, koje su ključne za proizvodnju vitamina D u koži. Iako je zaštita od sunca važna radi sprječavanja oštećenja kože i rizika od raka kože, važno je osigurati i adekvatnu izloženost suncu kako bi se osigurala proizvodnja vitamina D. Stoga, preporučuje se uspostava ravnoteže između zaštite od sunca i izlaganja suncu kako bi se održala optimalna razina vitamina D u tijelu (1).

Redovito praćenje razine vitamina D u krvi je važno, kao i uzimanje u obzir faktora koji se ne mogu promijeniti, poput boje kože i prisutnosti određenih bolesti. Kako bi se osiguralo da je razina vitamina D u optimalnom rasponu, važno je redovito testirati razinu vitamina D, posebno za osobe koje imaju povećani rizik od nedostatka. Na taj način, moguće je pravovremeno reagirati i prilagoditi prehrane navike ili terapiju suplementima prema potrebi. Kod novorođenčadi, osobito ako su majke imale hipovitaminozu tijekom trudnoće, preporučuje se početak suplementacije prehrane. Od listopada, kada je manje sunčanih sati, važno je povećati unos vitamina D putem hrane ili dodataka prehrani, uz redovitu tjelesnu aktivnost i zdravu prehranu (1). Vrlo je važno da djeca usvoje zdrav način života od najranije dobi kako bi mogli zadržati taj obrazac i u kasnijem životu, što će im pomoći u održavanju njihovog zdravlja i dobrobiti.

Sve ove strategije zajedno čine važan dio preventivnih mjera za održavanje adekvatne razine vitamina D i općeg zdravlja. Vitamin D može imati interakcije s drugim nutrijentima, uključujući kalcij, magnezij i vitamin K. Ovi nutrijenti su također važni za zdravlje kostiju i mineralizaciju, pa je važno osigurati uravnotežen unos svih nutrijenata za održavanje optimalnog zdravlja. Svaka osoba treba individualno prilagoditi svoj pristup na temelju osobnih potreba i faktora rizika, uz savjetovanje s medicinskim stručnjakom (35). Ukupno gledajući,

prevencija nedostatka vitamina D zahtijeva holistički pristup koji uključuje izlaganje suncu, pravilnu prehranu, tjelesnu aktivnost, suplementaciju po potrebi i redovito praćenje razine vitamina D. Ovaj pristup može pomoći u održavanju optimalnog zdravlja i prevenciji raznih zdravstvenih problema povezanih s nedostatkom ovog vitamina.

Kada se potvrdi nedostatak vitamina D kod odraslih osoba, liječnici i nutricionisti preporučuju početne visoke doze vitamina D, nakon čega se prelazi na održavanje s dnevnim dozama od 1500 do 2000 IU (1). Nakon terapije nadomjesnim vitaminom D, preporučuje se ponovna provjera koncentracije 25-OH D u krvi nakon tri mjeseca kako bi se procijenila učinkovitost tretmana (35). Doziranje se može provesti različitim oblicima preparata, uključujući kapi, kapsule ili ampule, koji se primjenjuju svakodnevno, tjedno, dvotjedno ili mjesečno.

Kemijski dodatak vitamina D za djecu često je dostupan u obliku oralnih kapi ili tekućina koje sadrže vitamin D3 (kolekalciferol). Dodatak vitamina D za djecu dostupan u tekućem obliku, olakšava doziranje i primjenu, posebno kod male djece ili novorođenčadi (34). Tekući oblik također omogućuje lakše prilagođavanje doze prema potrebama djeteta. Kemijski dodatak vitamina D za djecu može biti koristan kako bi se osiguralo adekvatno snabdijevanje ovim važnim nutrijentom, posebno kod djece koja imaju povećani rizik od nedostatka vitamina D. Prije primjene bilo kakvih dodataka prehrani, uvijek je važno konzultirati se s pedijatrom ili izabranim liječnikom obiteljske medicine (35).

Parenteralna primjena vitamina D može se koristiti kao način nadomještanja ili povećanja razine vitamina D u tijelu, osobito kod osoba s deficijencijom ili insuficijencijom ovog vitamina. Injekcije vitamina D obično se propisuju osobama s teškim nedostatkom vitamina D ili kada je potrebno brzo povećanje razine vitamina D u krvi (35). To može biti slučaj kod osoba s ozbiljnim metaboličkim poremećajima ili kod kojih oralna suplementacija nije učinkovita. Injekcije vitamina D obično sadrže oblik vitamina D3 (kolekalciferol) zbog njegove veće biološke aktivnosti u usporedbi s vitaminom D2 (ergokalciferol). Kolekalciferol se bolje apsorbira i metabolizira u tijelu. Doziranje parenteralnog pripravka vitamina D obično ovisi o razini nedostatka vitamina D u krvi i potrebama pacijenta. Iako su injekcije vitamina D obično sigurne i podnošljive, mogu se pojaviti nuspojave poput nelagode na mjestu uboda, iritacije kože ili alergijskih reakcija. Važno je pratiti upute liječnika i obavijestiti ga o bilo kakvim neželjenim reakcijama. Parenteralna primjena vitamina D pruža brz način podizanja

razine vitamina D u tijelu, posebno kod osoba koje imaju teže nedostatke ili probleme s apsorpcijom ovog vitamina putem probavnog sustava (35).

Parenteralna primjena vitamina D može se razmotriti kod djece s teškim nedostatkom vitamina D, osobito ako postoji povećan rizik od rahitisa ili drugih poremećaja povezanih s nedostatkom vitamina D. Također se mogu koristiti kod djece koja imaju problema s apsorpcijom vitamina D putem probavnog sustava. Kod male djece ili dojenčadi i novorođenčadi, injekcije vitamina D mogu se primjenjivati intramuskularno ili subkutano, ovisno o preferencijama liječnika i sposobnosti djeteta da podnese postupak (35).

### 8.1. Smjernice unosa vitamina D kod djece

Djeca mogu unijeti vitamin D iz različitih izvora kao što su sunce, hrana, dječje formule i dodatci prehrani. Preporučuje se da sva novorođenčad i djeca do 18 godina dobivaju dodatak vitamina D od 400 do 600 internacionalnih jedinica (IU) svakodnevno (36). Prijevremeno rođena djeca mogu zahtijevati veće doze od 600 IU vitamina D tijekom prve godine života.

U tablici 3 prikazane su vrijednosti unosa vitamina D izražene u IU za životna razdoblja djeteta prema preporuci Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) iz 2017.godine. SZO preporuča drugačije vrijednosti unosa za skandinavske zemlje, koje po svojoj geografskoj lokaciji imaju manji broj sunčanih razdoblja (36).

Tablica 3. Prikaz preporučenih doza vitamina D (36)

Dobna skupina	Preporučene vrijednosti vitamina D za sredozemne zemlje (IU/DAN)	Preporučene vrijednosti vitamina D za skandinavske zemlje (IU/DAN)
Novorođenče (do 6 mjeseci)	400 IU	400 – 800 IU
Dojenčad ( 6 -12 mjeseci)	400 IU	400 – 800 IU
Predškolska dob (1 - 5 godina)	600 IU	600 – 800 IU
Školska dob ( 6 – 12 godina)	600 IU	600 – 800 IU
Adolescencija (13 – 18 godina)	600 IU	600 – 800 IU

Doziranje se može provesti kroz svakodnevnu primjenu pripravaka (kapi, kapsula), jednom tjedno, svaka dva tjedna ili mjesečno (ampule)(36).

Većina međunarodnih i nacionalnih smjernica preporučuje profilaksu vitaminom D za dojenčad tijekom prve godine života kako bi se spriječili mogući nedostaci, posebno zbog čestih, nepredvidljivih i često nedovoljnih opskrba vitaminom putem prehrane, koje su karakteristične za novorođenčad. Procjenjuje se da formule za dojenčad mogu osigurati adekvatne količine vitamina D (400 IU/dan) tek kada se postigne prosječan unos od najmanje jedne litre mlijeka dnevno, što obično nastaje kada je tjelesna težina dojenčeta veća od 6 kg (36). Stoga je važno educirati populaciju o važnosti vitamina D, njegovoj suplementaciji i praćenju razine vitamina D u krvi.

Za djecu koja boluju od hipovitaminoze D, smjernice se razlikuju zbog njihove potrebe za većim dozama vitamina D Tablica 4 prikazuje prilagođene preporuke „Endocrine Practice Guidelines Committee“ (EPGC) za djecu s nedostatkom vitamina D (37).

Tablica 4. Terapijska primjena kod nedostatka vitamina D prema EPGC (37)

Dobna skupina	Terapijska primjena vitamina D (IU/dan)
Novorođenčad (0-1 mjesec)	2000-4000
Dojenčad (1-12 mjeseci)	1000-2000
Predškolska djeca (1-5 godina)	1000-2000
Školska djeca (6-11 godina)	1000-3000
Adolescenti (12-18 godina)	1000-5000

Smjernice naglašavaju važnost prilagođavanja dodatka vitamina D prema specifičnim dobima i zdravstvenim potrebama pojedinca, kako bi se osigurala optimalna zaštita zdravlja (38).

Prema SZO iz 2017. godine, preporučuju se drugačije smjernice kod deficita vitamina D, u odnosu na prethodno navedene smjernice. Preporučuju se veće doze vitamina D, a razlikuju se ovisno o jačini deficita, kako je prikazano u Tablici 5 (36).

Tablica 5. Terapijska primjena kod nedostatka vitamina D prema SZO (36)

Dobna skupina	Početna doza za blagi do umjereni deficit	Početna doza za teški deficit	Održavanje
0-12 mjeseci	2000 IU/dan 6-8 tjedana	4000 IU/dan 6-8 tjedana	400 IU/dan
1-6 godina	2000 IU/dan 6-8 tjedana	4000 IU/dan 6-8 tjedana	400-1000 IU/dan
7-18 godina	2000 IU/dan 6-8 tjedana	4000 IU/dan 6-8 tjedana	400-1000 IU/dan

Terapijska primjena vitamina D može varirati ovisno o individualnim potrebama, težini nedostatka vitamina D i preporukama liječnika. U slučaju dokazanog nedostatka vitamina D, važno je konzultirati se s liječnikom radi određivanja optimalne doze suplementacije.

Poljske preporuke iz 2023. godine koje su u skladu za europskim smjernicama za dodatak vitamina D variraju ovisno o dobi i specifičnim zdravstvenim stanjima (38). Djeci i adolescentima preporučuje se dodatak vitamina D (1-18 godina) radi prevencije nutritivnog rahitisa i potencijalnog smanjenja rizika od infekcije respiratornog trakta (38). Odraslima do 74 godine nije potreban rutinski dodatak niti testiranje na razinu vitamina D, ako nije drugačije indicirano. Odraslima u dobi od 75 godina i starijima preporučuje dodatak vitamina D radi smanjenja mogućnosti bolesti i smrtnosti, ali se ne preporučuje rutinsko testiranje razine vitamina D (38). Trudnicama se preporučuje dodatak vitamina D tijekom trudnoće radi smanjenja rizika od preeklampsije, intrauterinog mortaliteta, prijevremenog poroda, neonatalnog mortaliteta, bez rutinskog testiranja vitamina D (38). Osobama s visokorizičnim predijabetesom uz promjenu načina života, preporučuje se dodatak vitamina D radi smanjenja rizika od progresije u dijabetes. Odrasli od 50 godina i stariji s indikacijama za suplementaciju ili liječenje vitaminom D se preporučuje dnevno niža doza vitamina D umjesto tjedno ili mjesečno visoke doze vitamina D. Kod njih se preporuča redovito pratiti i kontrolirati serumsku koncentraciju 25(OH)D, kako bi se postigla i održala optimalna koncentracija vitamina D u serumu (38). Ako procjena koncentracije 25(OH)D u serumu nije moguća u rizičnim skupinama, doziranje treba provoditi prema smjernicama za opću populaciju u maksimalnim dozama za određenu dobnu skupinu (38). Rutinski probir za razine vitamina D nije preporučen

kod zdravih odraslih osoba, osoba tamne puti i pretilih osoba (38). Ove smjernice naglašavaju važnost prilagođavanja dodatka vitamina D prema specifičnim dobima i zdravstvenim potrebama pojedinca, kako bi se osigurala optimalna zaštita zdravlja (38).

## 9. Zaključak

Vitamin D je esencijalan za zdrav rast i razvoj djece, zbog njegove ključne uloge u regulaciji kalcija i fosfata, neophodnih za zdrave kosti i zube. Hipovitaminoza D, odnosno nedostatak vitamina D, predstavlja značajan zdravstveni problem u cijelom svijetu, osobito u populacijama s ograničenim izlaganjem sunčevoj svjetlosti, nedostatnom prehrambenom unosu ili kod djece s tamnom bojom kože. Vitamin D djeluje kao hormon jer se njegova aktivna forma, kalcitriol, sintetizira u bubrežima i djeluje na različite organske sustave, uključujući crijeva, kosti i bubrege, kako bi regulirao ravnotežu kalcija i fosfata u tijelu. Osim toga, vitamin D imunomodulacijskim učinkom igra važnu ulogu u imunološkom sustavu i pomaže u prevenciji određenih infekcija i kroničnih bolesti.

Nedostatak vitamina D kod djece može dovesti do rahitisa, bolesti koja uzrokuje omekšavanje i deformacije kostiju. Najčešće se javlja u dojenčadi i male djece, te uključuje deformacije kostiju, bolove, slabost mišića i zakašnjeni razvoj. Prevencija i liječenje rahitisa odnosi se na suplementaciju vitamina D, povećanje unosa kalcija i fosfata putem prehrane te osiguravanje adekvatnog izlaganja sunčevoj svjetlosti.

Preporučuje se nadoknada vitamina D kroz dodatke prehrani. Doziranje treba biti prilagođeno dobi i individualnim potrebama djeteta. Uključivanje hrane bogate vitaminom D (npr. masna riba, jaja, utvrđene žitarice i mlijeko) te kalcijem (npr. mliječni proizvodi, zeleno lisnato povrće) je važno, uz poticanje sigurnog izlaganja sunčevoj svjetlosti, s mjerama opreza za sprječavanje opekotina. Također, preporučuju se redoviti pregledi i laboratorijske pretrage, kako bi se pratio status vitamina D i osiguralo pravovremeno otkrivanje i liječenje eventualnih nedostataka.

Poboljšanje svijesti o važnosti vitamina D i njegovom utjecaju na zdravlje djece ključno je za prevenciju rahitisa i drugih bolesti povezanih s nedostatkom ovog vitamina. Zdravstveni djelatnici, roditelji i skrbnici trebaju surađivati kako bi osigurali da sva djeca imaju adekvatne razine vitamina D. Pravovremena intervencija i kontinuirano praćenje mogu spriječiti ozbiljne zdravstvene probleme i osigurati zdrav razvoj djece.



## 10. Literatura

1. Vranešić Bender D, Giljević Z, Kušec V. i sur. Smjernice za prevenciju, prepoznavanje i liječenje nedostatka vitamina D u odraslih. *Liječ Vjesn* 2016; 138:121-132
2. Laktašić-Žerjavić N, Koršić M, Crnčević-Orlić Ž, Anić B. Vitamin D-vitamin prošlosti, hormon budućnosti. *Liječ Vjesn* 2011; 133:194-204.
3. Zmijewski MA. Vitamin D and Human Health. *Int J Mol Sci* 2019; 20(1):145.
4. Bielen L, Žagar I. Alfakalcidol. *Medicus* 2015; 24(2): 183-190.
5. Karin Ž. Učestalost i čimbenici rizika za hipovitaminozu D u djece predškolske dobi Splitsko-dalmatinske županije. Doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu. 2020.
6. Khalifah R, Alsheikh R, Alnasser Y et al. The impact of vitamin D food fortification and health outcomes in children: a systematic review and meta-regression. *Syst Rev.* 2020;9(1):144. doi: 10.1186/s13643-020-01360-3.
7. Daskalopoulou M, Pylli M, Giannakou K. Vitamin D Deficiency as a Possible Cause of Type 1 Diabetes in Children and Adolescents up to 15 Years Old: A Systematic Review. *Rev Diabet Stud.* 2022;18(2):58-67. doi: 10.1900/RDS.2022.18.58.
8. Sluyter JD, Manson JE, Scragg R. Vitamin D and Clinical Cancer Outcomes: A Review of Meta-Analyses. *JBMR Plus.* 2020;5(1):e10420. doi: 10.1002/jbm4.10420.
9. Manson JE, Cook NR, Lee IM et al. VITAL Research Group. Marine n-3 Fatty Acids and Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. *N Engl J Med.* 2019; 380(1):23-32.
10. Lips P, Cashman KD, Lamberg-Allardt C, et al. Current vitamin D status in European and Middle East countries and strategies to prevent vitamin D deficiency: a position statement of the European Calcified Tissue Society. *Eur J Endocrinol.* 2019; 180(4):P23-P54. doi: 10.1530/EJE-18-0736.
11. Hrvatski zavod za javno zdravstvo – Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/vitamin-d-i-preporuke-za-nadomjesnu-primjenu-vitamina-d-od-jeseni/> Pristupljeno:13.5.2024.
12. Dumenčić D. Status vitamina D u osoba s debljinom. Diplomski rad, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, 2022.

13. US Food and Drug Administration. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption; vitamin D2 mushroom powder. Dostupno na: <https://www.federalregister.gov/documents/2020/07/13/2020-13822/food-additives-permitted-for-direct-addition-to-food-for-human-consumption-vitamin-d2-mushroom/> Pristupljeno: 4.6.2024
14. Hojska I, Niseteo T, Kolaček S. i sur. Vegetarijanska i veganska prehrana u dječjoj dobi – smjernice Hrvatskog društva za pedijatrijsku gastroenterologiju, hepatologiju i prehranu, Hrvatskoga liječničkog zbora. *Liječ Vjesn* 2018; 140 (11-12), 279-284. <https://doi.org/10.26800/LV-140-11-12-37>
15. Cashman, K. D., Dowling, K. G., Škrabáková, et al. Vitamin D deficiency in Europe: pandemic? *Am J Clin Nutr.* 2016 ;103(4):1033-44. doi: 10.3945/ajcn.115.120873.
16. Forrest KY, Stuhldreher WL. Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in US adults. *Nutr Res.* 2011;31(1):48-54. doi: 10.1016/j.nutres.2010.12.001. PMID: 21310306.
17. Arabi A, El Rassi R, El-Hajj Fuleihan G. Hypovitaminosis D in developing countries- prevalence, risk factors and outcomes. *Nat Rev Endocrinol* 2010; 6(10): 550-561.
18. Ghergherehchi R, Tabrizi A. Vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in pediatrics obesity. *Caspian J Intern Medical* 2010; 1:119-127.
19. Iraj B, Ebneshahidi A, Askari G. Vitamin d deficiency, prevention and treatment. *Int J Prev Med.* 2012;3(10):733-6.
20. Gan J, Galer P, Ma D, Chen C, Xiong T. The Effect of Vitamin D Supplementation on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: ROL A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Child Adolesc Psychopharmacol.* 2019;29(9):670-687. doi: 10.1089/cap.2019.0059.
21. Kittana M, Ahmadani A, Stojanovska L, Attlee A. The Role of Vitamin D Supplementation in Children with Autism Spectrum Disorder: A Narrative Review. *Nutrients.* 2021;14(1):26. doi: 10.3390/nu14010026.
22. Lim SK, Ha JM, Lee YH, et al. Comparison of Vitamin D Levels in Patients with and without Acne: A Case-Control Study Combined with a Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2016;11(8):e0161162. doi: 10.1371

23. Baek H, Shin Y, Chung H et al. The Link between Serum Vitamin D Level, Sensitization to Food Allergens, and the Severity of Atopic Dermatitis in Infancy. *The Journal of Pediatrics* 2014; 164(4): 849-854.
24. Nanci A. *Ten Cate's Oral Histology*. France: Elsevier, 2013.
25. Swapna LA, Abdulsalam R. Vitamin D Deficiency and Oral Health. *Journal of Positive School Psychology* 2022; 6(4): 9739 – 9743.
26. Uwitonze AM, Murererehe J, Ineza MC et al. Effects of vitamin D status on oral health. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2018; 175:190-194. doi: 10.1016.
27. Chanchlani R, Nemer P, Sinha R, et al. An Overview of Rickets in Children. *Kidney Int Rep*. 2020;5(7):980-990. doi: 10.1016/j.ekir.2020.03.025.
28. Ellis S, Tsiopanis G, Lad T. Risks of the 'Sunshine pill' – a case of hypervitaminosis D. *Clin Med* 2018;18:311–3
29. Petersen RA, Dalskov SM, Sorensen LB et al. Vitamin D status is associated with cardiometabolic markers in 8–11-year-old children, independently of body fat and physical activity. *Br J Nutr*. 2015;114(10):1647-55. doi: 10.1017/S0007114515003372
30. Lammle L, Bergmann K, Bos K, Koletzko B. Predictors of differences in vitamin D levels in children and adolescents and their relation to endurance performance. *Ann Nutr Metab* 2013; 62: 55–62.
31. Fernandes MR, Barreto WDRJ. Association between physical activity and vitamin D: A narrative literature review. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2017;63(6):550-556. doi: 10.1590/1806-9282.63.06.550.
32. World Health Organization. Obesity and Overweight. Dostupno na: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> Pristupljeno: 6.6.2024.
33. Saneifard H, Shakiba M, Sheikhy A, Baniadam L, Abdollah Gorji F, Fallahzadeh A. Vitamin D Deficiency in Children and Adolescents: Role of Puberty and Obesity on Vitamin D Status. *Nutr Metab Insights*. 2021; 14:11786388211018726. doi: 10.1177/11786388211018726.
34. Calcaterra V, Magenes V, Tagi V et al. Association between Vitamin D Levels, Puberty Timing, and Age at Menarche. *Children (Basel)* 2023; 10(7): 1243.

35. Khalifah R, Alsheikh R, Alnasser Y et al. The impact of vitamin D food fortification and health outcomes in children: a systematic review and meta-regression. *Syst Rev.* 2020;9(1):144. doi: 10.1186/s13643-020-01360-3.
36. WHO Weiler A. Vitamin D Supplementation for Infants. Dostupno na: <https://www.who.int/tools/elena/bbc/vitamind-infants> Pristupljeno: 14.5.2024.
37. Demay MB, Anastassios PittasG, Bikle D et al. Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline, *JCEM*, 2024, 00, 1–41  
<https://doi.org/10.1210/clinem/dgae290>
38. Płudowski P, Kos-Kudła B, Walczak M, et al. Guidelines for Preventing and Treating Vitamin D Deficiency: A 2023 Update in Poland. *Nutrients.* 2023;15(3):695. doi: 10.3390/nu15030695.

## 11. Životopis

### **OSOBNI PODATCI:**

Ime i prezime: Katarina Martinović  
Datum i mjesto rođenja: 26. kolovoza 1999. u Zagrebu  
Adresa: Bobovik X, 33 a, 23234 Vir  
Mob.: 091/391-7822  
E-pošta: [katarinamartinovic6@gmail.com](mailto:katarinamartinovic6@gmail.com)

### **OBRAZOVANJE:**

2022.-2024. Sveučilište u Zadru, diplomski studij sestrinstva  
2019.-2022. Sveučilište u Zadru, preddiplomski studij sestrinstva  
2014.-2019. Medicinska škola Ante Kuzmanića u Zadru

### **RADNO ISKUSTVO:**

Lipanj 2023. - prvostupnica sestrinstva u Zdravstvenom centru Medici, Vir