

Pregled konceptualnih modela učinka vitamina D u COVID-19 pandemiji

Marčec, Kristina

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:047565>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Preddiplomski studij Nutricionizam

Kristina Marčec

7252/N

**PREGLED KONCEPTUALNIH MODELA UČINKA
VITAMINA D U COVID-19 PANDEMIJI
ZAVRŠNI RAD**

Predmet: Modeliranje i optimiranje u nutricionizmu

Mentor: Prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

Zagreb, rujan 2021.

Sva radost tvoja neka bude Jahve:
On će ispuniti želje tvoga srca! Ps 37,4

Bogu hvala što me stvorio, na svim talentima, na svim ljudima koje mi je darovao i na ovoj neizmjerljivoj prilici! Hvala Majci i sv. Josipu na žarkom zagovoru!

Hvala mojim roditeljima koji me beskrajno vole i žrtvuju se da bi meni bilo bolje i lakše.

Hvala mom bratu za kojeg znam da je uvijek tu za mene i koji mi je uvijek bio primjer upornosti, snage i samostalnosti.

Hvala mojoj obitelji i prijateljima i svima koji su na bilo koji način doprinjeli ostvarivanju ovog rada kroz sve ove godine moga školovanja do sada, svima koji su još uvijek u mom životu i onima koji više nisu. Hvala svima na nesebičnom darivanju svoga vremena, materijalnih sredstava, poticanju da ostvarim svoje potencijale, iskoristim pružene mogućnosti i na neizmjerljivoj ljubavi koju mi pružaju. Hvala svima na strpljenju i potpori koja mi je trebala u borbi za ostvarivanje svih uspjeha.

Hvala mojoj mentorici prof. dr. sc. Jasenki Gajdoš Kljusurić na obilju strpljenja, razumijevanju, uloženom vremenu i stručnoj pomoći tijekom izrade ovog rada.

Svima neizmjerljivo od srca hvala!

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam
Zavod za procesno inženjerstvo
Laboratorij za mjerenje, regulaciju i automatizaciju
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

Pregled konceptualnih modela učinka vitamina D u COVID-19 pandemiji

Kristina Marčec, 0058208803

Sažetak: Krajem prosinca 2019. godine otkriven je novi SARS-CoV-2 virus koji uzrokuje bolest COVID-19. Bolest se brzo proširila po cijelom svijetu te je u ožujku 2020. godine proglašena pandemija COVID-19 koja traje i danas. Otkriveno je kako kod pacijenata s COVID-19 istovremeno postoji nedostatak vitamina D. Adekvatan status vitamina D povezan je sa jačanjem imunološkog sustava, smanjenjem dužine i težine trajanja bolesti COVID-19 te boljim ishodom i oporavkom. Nutricionisti savjetuju kako je bitno da se tijekom pandemije konzumira više namirnica koje potencijalno imaju protuupalna i imunomodulacijska svojstva, a prehrana bogata takvim namirnicama je mediteranska prehrana. Posebno je naglasak na namirnicama koje su bogati izvor vitamina D. Kako bi ove znanstvene činjenice prikazali javnosti na jednostavan i razumljiv način te educirali sve dobne skupine ljudi, korišteni su konceptualni modeli. Njihova raznolikost i velika brojnost u tako kratkom vremenu, pokazuje kako su upravo konceptualni modeli važan čimbenik u edukaciji populacije i činjenice da se njima služi kako bi se održavalo zdravlje opće populacije.

Ključne riječi: COVID-19, konceptualni modeli, mediteranska prehrana, SARS-CoV-2, vitamin D

Rad sadrži: 37 stranica, 17 slika, 2 tablica, 63 literaturnih navoda, 7 priloga

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. Jasenka Gajdoš Kljusurić

Datum obrane: 16. rujna 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Nutrition
Department of Process engineering
Laboratory for measurement, regulation and control
Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

A review of conceptual models of the effect of vitamin D in the COVID-19 pandemic

Kristina Marčec, 0058208803

Abstract: At the end of December 2019, a new virus SARS-CoV-2, which causes the disease COVID-19, was discovered. The disease quickly spread throughout the world and in March 2020 the COVID-19 pandemic was declared and continues today. At the same time, patients with COVID-19 were found to be deficient in vitamin D. Adequate vitamin D status was associated with a strengthened immune system, a reduction in the length and severity of COVID-19 disease and a better outcome and recovery. Nutritionists advise that it is important to consume more foods that have potentially anti-inflammatory and immunomodulatory properties during a pandemic and a diet rich in such foods is the Mediterranean diet. Particular emphasis was placed on foods rich in vitamin D sources. In order to present these scientific facts to the public in a simple and understandable way and to educate all age groups, conceptual models were used. Their diversity and large number in such a short time, shows that conceptual models are an important factor in the education of the population and the facts that serve them to maintain the health of the general population.

Keywords: COVID-19, conceptual models, Mediterranean diet, SARS-CoV-2, vitamin D

Thesis contains: 37 pages, 17 figures, 2 tables, 63 references, 7 supplements

Original in: Croatian

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

Mentor: PhD Jasenka Gajdoš Kljusurić, full professor

Defence date: September 16th 2021

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Važnost pravilne prehrane i osnovni principi	3
2.2. Vitamin D	4
2.2.1. Sinteza vitamina D	5
2.2.2. Djelovanje vitamina D i uloga u organizmu	6
2.2.3. Referentne vrijednosti vitamina D	7
2.2.4. Nedostatak vitamina D	9
2.2.5. Toksičnost vitamina D	10
2.2.6. Izvori vitamina D	10
2.3. COVID-19	11
2.4. Dijetoterapija u bolesti COVID-19	14
2.4.1. Mediteranska prehrana	14
2.4.2. Uloga vitamina D u bolesti COVID-19	17
2.4.3. Suplementacija vitamina D	22
2.5. Konceptualni model	23
2.5.1. Primjena konceptualnih modela u nutricionizmu	23
3. REZULTATI I RASPRAVA	24
4. ZAKLJUČAK	31
5. POPIS LITERATURE	32
6. PRILOZI	

1. UVOD

Hrana koju konzumiramo potrebna je da bi osigurali potrebe za energijom te makronutrijentima i mikronutrijentima. Prehrana zato treba biti kvalitetna, a kvaliteta prehrane se definira kao usklađenost nečije prehrane s važećim prehrambenim preporukama. Takva prehrana ima visoku nutritivnu gustoću, dok sadržava manji udio hrane visoke energetske gustoće. Nutritivna gustoća označava količinu hranjivih tvari izražena po jedinici energije, najčešće 1000 kcal, a visoka energetska gustoća označava količinu energije po jedinici mase, npr. 100 g (Štalić, 2017). Štalić (2017) dalje navodi da je cilj prehrane i povećanje broja godina provedenih u zdravlju što naziva preventivnom prehranom.

Postoje dva pristupa kada promatramo komponente hrane i njihov utjecaj na zdravlje. To su redukcionistički i holistički pristup. Kod redukcionističkog pristupa fokus je samo na jednoj komponenti hrane. Štalić (2017) objašnjava kako u znanosti o prehrani veću važnost ima holistički pristup koji obuhvaća koncept sinergije, odnosno združeno djelovanje komponenti hrane.

U znanosti u prehrani postoje dva temeljna standarda, a to su referentne vrijednosti za unos nutrijenata i prehrambene smjernice. (Štalić, 2017/18). Dalje navodi kako referentne vrijednosti daju informaciju o količini određenog nutrijenta koja spriječava manjak i u skladu je s optimalnim funkcioniranjem organizma te ako je moguće, definira se vrijednost koja smanjuje rizik od kroničnih bolesti. Prehrambene smjernice su preporuke koje savjetuju o hrani - odnose se na unos hrane i preporučeni prehrambeni obrazac koji će zadovoljiti nutritivne potrebe, osigurati poželjnu tjelesnu masu, biti podrška zdravlju te doprinijeti smanjenju rizika od kroničnih bolesti koje su povezane s prehranom (Štalić 2017/18). Također napominje da su smjernice specifične, ovisno o kulturi, dok su nutritivne potrebe univerzalne.

Krajem prosinca 2019. godine u Wuhanu (Kina) pojavio se do tada nepoznati virus koji je kod ljudi uzrokovao simptome poput suhog kašlja, povišene tjelesne temperature, otežanog disanja i nedostatka zraka te nagli gubitak mirisa, okusa ili promjenu okusa. Simptomi koji se rjeđe javljaju su bolovi u mišićima i umor, glavobolja, zimica, povraćanje i proljev (HZJZ,2021). Mnogi su zarazu poistovjećivali sa simptomima gripe ili prehlade, no danas je poznato da je ovo novi soj koronavirusa nazvan severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) što bi u prijevodu značilo teški akutni respiratorni sindrom koronavirus 2, a bolest uzrokovana SARS-CoV-2 virusom nazvana je COVID-19 (COrona VIrus Disease 2019).

Virus se počeo širiti i izvan Kine te je već sredinom siječnja zabilježen na Tajlandu, u Japanu, Nepal, Francuskoj, Australiji, Maleziji, Singapuru, Južnoj Koreji, Vijetnamu i na Tajvanu. S obzirom na brzinu širenja virusa među ljudima i nedovoljno informacija o virusu, Svjetska zdravstvena organizacija je 30. siječnja 2020. proglasila epidemiju COVID-19 i javnozdravstvenom prijetnjom od javnozdravstvenog značaja.

S ciljem ranog otkrivanja oboljelih osoba, Republika Hrvatska vrlo je rano započela s mjerama nadzora nad povratnicima iz zahvaćenih područja. Krajem siječnja počela su se provoditi testiranja na SARS-CoV-2.

Dana 4. ožujka 2020. godine ministar zdravstva Vili Beroš donio je Odluku o proglašenju opasnosti od epidemije zarazne bolesti COVID-19 uzrokovane virusom SARS-CoV-2 za cijelo područje Republike Hrvatske, a bolest COVID-19 je 10. ožujka 2020. stavljena na Listu zaraznih bolesti čije je sprječavanje i suzbijanje od interesa za Republiku Hrvatsku.

Epidemiju bolesti COVID-19 ministar zdravstva proglasio je 11. ožujka 2020. godine, istoga dana kada je i Svjetska zdravstvena organizacija proglasila pandemiju COVID-19 (P.Z. br. 921, 2020).

S obzirom na novonastalu situaciju koja je obuhvatila cijeli svijet, znanstvenici su se ujedinili da bi zajedno pronašli rješenje kako liječiti oboljele i kako bi napravili cjepivo i tako zaštitili čovječanstvo. U tom procesu, važnu su ulogu imali i nutricionisti. Korištenjem konceptualnih modela, kao jednostavnog i razumljivog načina edukacije svih dobnih skupina, uspjeli su prenjeti važne znanstvene činjenice javnosti i na taj način doprinijeti borbi protiv COVID-19 te održavanju zdravlja opće populacije.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Važnost pravilne prehrane i osnovni principi

Pravilna prehrana je prehrana kojoj je cilj očuvati i poboljšati zdravlje, a obuhvaća raznolikost, umjerenost i ravnotežu (Štalić, 2017).

Vrlo je važno da je prehrana raznolika kako bi se osigurala adekvatna količina energije, makronutrijenata (ugljikohidrata, proteina i masti) i mikronutrijenata (vitamina i minerala) te je potrebno pratiti unos vode (2-2,5L za odrasle) i prehrambenih vlakana (25 g za žene i 3 g za muškarce (Štalić, 2017./2018.)).

Bitno je paziti na adekvatan unos vitamina B skupine, vitamina C, A, D, E, K i kolina te obratiti pažnju na minerale Na, K, Cl, Ca, P, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, Se, I, Cr, F, Mo. Vitamini i minerali su esencijalni nutrijenti koje naš organizam ne može sintetizirati ili ne može sintetizirati količinu koja je potrebna našem organizmu (Štalić 2017) pa ih je zato potrebno svakodnevno unositi raznolikom hranom.

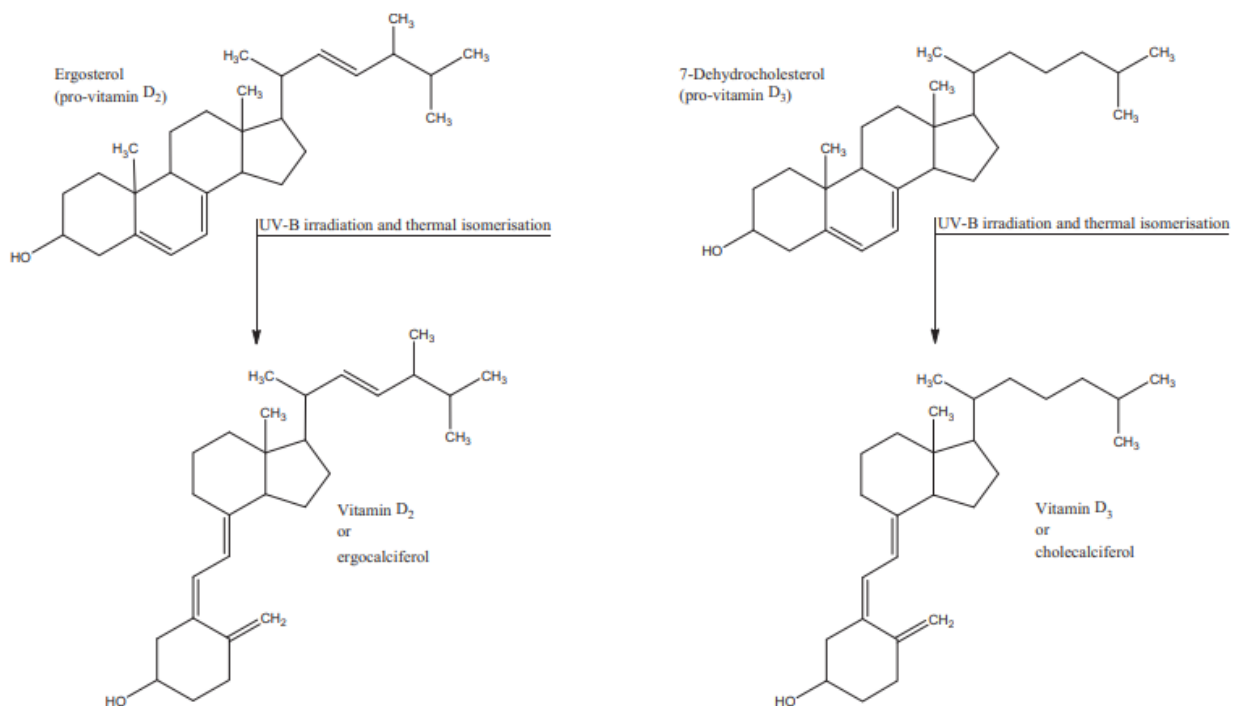
Kako bi prehrana bila umjereni, pažnja treba biti usmjerena na umjereni unos energije, masti, dodanog šećera, soli i alkohola (Štalić, 2017.). Prema Štaliću (2017) umjerenim unosom energije održava se poželjna tjelesna masa, dok je kod unosa masti bitno pripaziti jer postoje i esencijalne masne kiseline te da ukupni dnevni unos masti ne bi trebao biti manji od 30% ukupnog dnevnog unosa energije. Dodani šećer je šećer dodan tijekom pripreme jela i napitaka u domaćinstvu ili prilikom industrijske proizvodnje hrane te ne bi trebao prelaziti 10% dnevnog unosa energije. Sol je po kemijskom sastavu natrijev klorid, a od toga 40% soli je natrij i slijedeći preporuke za unos natrija koje iznose 1500-2300 mg, preporuča se ne unositi više od žličice soli dnevno. Umjerenim unosom alkohola smatra se jedno piće na dan za žene i dva pića na dan za muškarce.

Pod pojmom uravnotežena, prehrana treba biti bazirana na povrću i voću, proizvodima od žita od kojih bi polovica trebala biti od cjelovitog zrna, na manje masnim mliječnim proizvodima te na ribi i bijelom mesu peradi (Štalić, 2017). Štalić (2017) napominje da bi unos povrća i voća zajedno kroz dan trebao biti oko 400 g u što bi trebalo uključiti barem 30 g mahunarki i orašastih plodova. Ne postoji dobra i loša hrana, samo pravilna i nepravilna prehrana. Važno je da unos hranjivih tvari tijekom nekoliko dana bude uravnotežen.

Ako uobičajenom prehranom nikako ne možemo zadovoljiti sve potrebe za nutrijentima, u redu je razmisliti o uvođenju suplemenata u prehranu, naravno pod nadzorom nutricionista.

2.2. Vitamin D

Vitamin D ili vitamin sunca kako se naziva, topiv je u mastima. Postoje dva tipa vitamina D, ovisno o izvoru iz kojeg nastaju. Kako je prikazano na slici 1. iz ergosterola kojeg nalazimo u biljkama (Mateljan, 2008) pod utjecajem UV-B zračenja iz sunca i toplinske izomerizacije dolazi do otvaranja B-prstena u strukturi te nastaje ergokalciferol, odnosno vitamin D₂. Istim postupkom iz 7-dehidrokolesterola (7-DHC) nastaje kolekalciferol, tj. vitamin D₃ (EFSA, 2016) kada sunčeve zrake padnu na našu kožu (Soče, 2017). Jedina razlika u strukturnoj građi je što vitamin D₂ u bočnom lancu ima dvostruku vezu između C22 i C23 te dodatnu metilnu grupu na C24 (Binkley and Lensmeyer, 2010).



Slika 1. Vitamin D₂ (ergokalciferol) i vitamin D₃ (kolekalciferol) sa provitaminima (Norman, 2012)

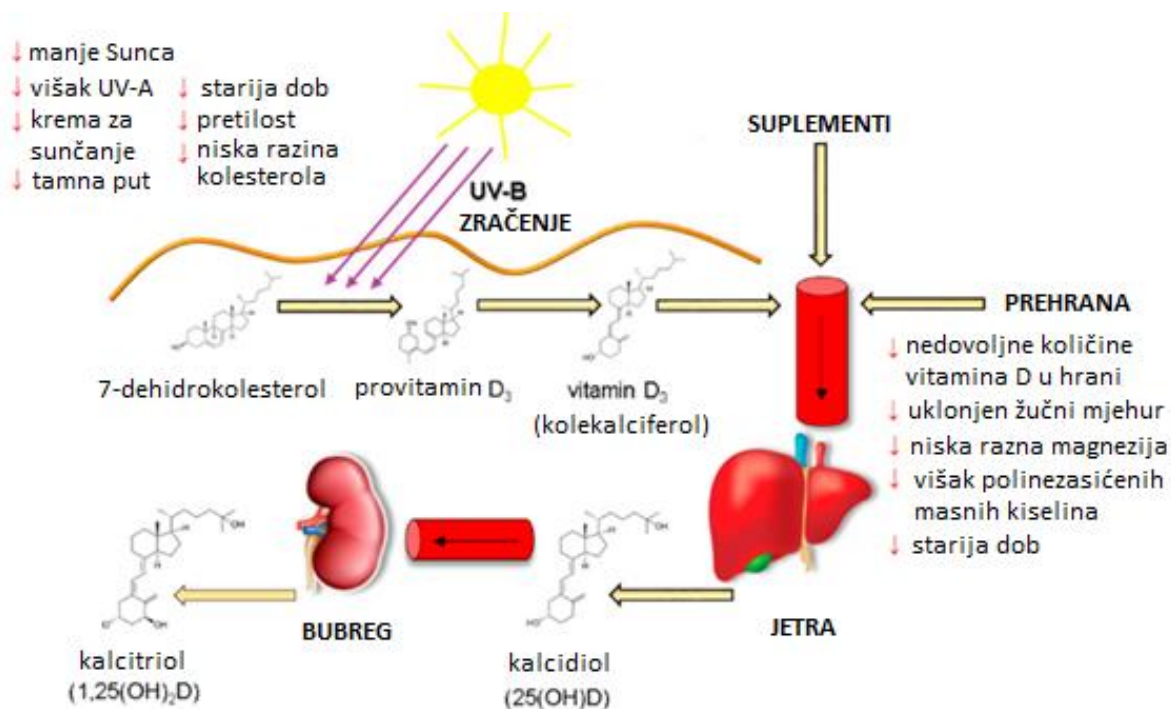
Taloži se u adipoznom tkivu, a manjom količinom i u mišićima, najčešće skeletnima (Soče, 2017), u jetri i ostalom tkivu (Heaney i sur., 2010; Whiting i sur., 2013). U adipocitima je pronađen u obliku vitamina D₃, ali i metabolita (25(OH)D₃ i 1,25(OH)₂D₃) (Malmberg i sur., 2014).

Vitamin D gotovo da i nije osjetljiv na temperaturu te se prilikom termičke obrade u namirnicama ne uništava, ali je osjetljiv na svjetlost i na kisik (Soče, 2017).

2.2.1. Sinteza vitamina D

Kao što je vidljivo na slici 2, vitamin D nastaje endogenom sintezom u koži ako smo većim dijelom nezaštićene kože izloženi utjecaju Sunčevih UV-B zraka u dijelu dana kada su te zrake dovoljno snažne. (Soče, 2017.) Dovoljno je svakodnevno provesti 5 do 15 minuta na suncu otkrivenog lica, ruku i podlaktica kako bi nastala dovoljna količina vitamina D, dok je 15 minutno jednokratno sunčanje ekvivalentno oralnoj dozi od 250 do 500 µg (Štalić *i sur.*, 2016). Štalić *i sur.* (2016) dalje navode kako je u površinskom sloju kože epidermisu prisutan 7-dehidrokolesterol koji je provitamin D₃ te iz njega pod utjecajem sunčevog UV-B zračenja (280-310 nm) preko provitamina nastane vitamin D₃ (kolekalciferol). Soče (2017) navodi kako se sinteza vitamina D₃ i kod drugih živih bića odvija na sličan način pa zato dio vitamina D₃ dobivamo i iz hrane životinjskog podrijetla poput masnog dijela mesa životinja, jaja i mlijeka ili iz dodataka prehrani. Štalić *i sur.* (2016) objašnjavaju kako vitamin D₃ i njegov vitamer ergokalciferol, tj. vitamin D₂ odlaze u jetru gdje prolaze prvu hidrosilaciju uz pomoć enzima 25(OH)D₃-hidrosilaze. Vitamin D₂ se hidrosilira na položaju C-24, a vitamin D₃ na C-25 (Internetska nutricionistička enciklopedija, 2021). Nastaje biološki neaktivan oblik 25-hidroksikolekalciferol (25-hidroksivitamin D (Štalić *i sur.*, 2016, Internetska nutricionistička enciklopedija, 2021)), kalcidiol, kalcifediol (Internetska nutricionistička enciklopedija, 2021), 25(OH)D (Soče, 2017). Njegova količina pokazatelj je raspoloživih zaliha vitamina D u organizmu (Soče, 2017), tj. kao biomarker statusa vitamina D (EFSA, 2016). 25-hidroksikolekalciferol putuje u bubrege gdje se po drugi puta hidrosilira i prelazi u 1,25-(OH)₂ hidroksikolekalciferol (1,25-dihidroksivitamin D, kalcitriol) koji je biološki aktivan oblik (Štalić *i sur.*, 2016, Soče, 2017). U toj reakciji sudjeluju enzimi 5-hidroksivitamin-D₃-1α-hidroksilaza i 25-hidroksivitamin -D₃-24-hidroksilaza, od kojih je prvi odgovoran za hidrosilaciju na položaju C-1, a drugi na položaju C-24 (Internetska nutricionistička enciklopedija, 2021). Spomenutu konverziju kalcidiola u kalcitriol, kontrolira koncentracija kalcitriola, parathormon (PTH) i koncentracije kalcija i fosfata u serumu (MSD priručnik, 2021). Vitamin D₂ je tri puta manje aktivan od vitamina D₃ (Štalić *i sur.*, 2016).

Proizvodi koji su obogaćeni vitaminom D, sadrže ili D₂ ili D₃. Vitamin D₂ se dobiva kada se ergosterol iz kvasca izlaže UV zrakama, a vitamin D₃ se dobiva kada se 7-dehidrokolesterol iz lanolina ovčje vune podvrgava istom procesu. (Štalić *i sur.*, 2016).



Slika 2. Izvori vitamina D₃, biosinteza i mogući faktori koji utječu na apsorpciju. Strelice prema dolje pokazuju faktore koji su povezani sa smanjenom apsorpcijom vitamina D i sintezom u organizmu (Šimoliūnas i sur. 2019)

2.2.2. Djelovanje vitamina D i uloga u organizmu

Vitamin D blagotvorno djeluje na održavanje jakosti i zdravlja kostiju i zuba, sudjeluje u regulaciji rasta i aktivnosti stanica i prevenira prekomjernu upalnu aktivnost imunološkog sustava (Mateljan, 2008).

Mateljan (2008) objašnjava kako hidroksikolekalciferol, odnosno calcitriol zajedno sa paratiroidnim hormonom (PTH) sudjeluje u održavanju normalne razine kalcija u krvi. Vitamin D iako je kategoriziran kao vitamin, ima više ulogu hormona. Calcitriol intenzivira apsorpciju kalcija u crijevima, povećava crijevnu reapsorpciju i potiče otpuštanje kalcija iz kostiju, što uzrokuje povećanje razine kalcija u krvi. Kada je razina kalcija u krvi visoka, calcitriol potiče smanjenje njegove razine u krvi na način da smanjuje njegovu apsorpciju u crijevima te stimulira kosti da ugrade kalcij (Mateljan, 2008). Također, vitamin D potiče i apsorpciju fosfora u organizmu te vitamin D sudjeluje i u održavanju zdravlja zubi. Otkriveno je kako njegov manjak povećava pasnost od parodontitisa kod starijih od 50 godina (Mateljan, 2008).

Važna uloga vitamina D u aktivnom obliku kalcitriola, kako ističe Mateljan (2008) je i u regulaciji rasta i aktivnosti stanica. Potvrđeno je kako se na membrani jezgre nalaze receptori za vitamin D i Mateljan (2008) navodi da se čini da o vitaminu D ovise signali važni za dijeljenje stanica i njihovu prirodnu smrt, što bi moglo biti vrlo važno kod prevencije i liječenja različitih vrsta raka.

Vitamin D potiče ugradnju kalcija u kosti i zato je vrlo bitan da ga djeca tijekom rasta i razvoja unose u dovoljnoj količini. Nepravilan razvoj kostiju u dječjoj dobi, odnosno dječja bolest rahitis može se spriječiti uzimanjem adekvatne količine vitamina D. Apsorpcija kalcija u crijevima bez prisutnosti adekvatne količine vitamina D iznosi jedva 1-15%, a kad je razina vitamina D adekvatna, apsorpcija iznosi 30-80% (Mateljan, 2008)..

Sprječavanje pretjeranog ili dugotrajnog protuupalnog odgovora važna je uloga vitamina D u radu imunološkog sustava. Stanice imunskog sustava, a posebno T-stanice, imaju receptore za vitamin D, a T-stanice su vrlo važne jer upravo one kod mnogih autoimunih bolesti potiču upalu. Vitamin D djeluje protuupalno kod mnogih bolesti, a posebno kod dijabetesa tipa 1, hipertenzije i psorijaze (Mateljan, 2008). Također, povezuje se i s prevencijom kardiovaskularnih bolesti, karcinomom debelog crijeva, multiple skleroze i demencije (Štalić i sur., 2016).

2.2.3. Referentne vrijednosti vitamina D

Tijelo koje definira referentne vrijednosti za Europu je EFSA (European Food Safety Authority, Europska agencija za sigurnost hrane).

Štalić (2017/2018) objašnjava kako referentni prehrambeni unos (Dietary Reference Intakes, DRI) obuhvaća četiri skupine referentnih vrijednosti. Prva vrijednost, prosječni unos (Estimated Average Requirement, EAR) je količina koja zadovoljava potrebe 50% pojedinaca u populacijskoj skupini istog spola, raspona za dob i fiziološkog stanja, dok je vrijednost preporučenog unosa (Recommended Dietary Allowance, RDA) vrijednost koja odgovara 97-98% pojedinaca unutar iste dobne skupine i istog spola i odnosi na zdravu populaciju. Adekvatan unos (AI, Adequate Intake) je vrijednost koja označava ciljani individualni unos, dok vrijednost maksimalnog unosa (UL, Upper Level) je najveći unos za kronični, svakodnevni unos koji vjerojatno nema za posljedicu nepoželjne učinke na zdravlje za gotovo sve pojedince u skupini i malo je vjerojatno da se toksična doza ostvaruje hranom.

DRI za vitamin D kod odraslih odoba starijih od 18 godina iznosi: EAR vrijednost iznosi 10 µg, RDA 15 µg, UL iznosi 100 µg (Štalić 2017/18).

AI vrijednosti za veći raspon dobi dane su u tablici 1. u nastavku.

Tablica 1. Sažetak referentnih vrijednosti za vitamin D (EFSA, 2016)

Dob	AI ^(a) (µg/dan)
7-11 mjeseci	10
1-3 godine	15 ^(a)
4-6 godina	15 ^(a)
7-10 godina	15 ^(a)
11-14 godina	15 ^(a)
15-17 godina	15 ^(a)
≥ 18 godina ^(b)	15 ^(a)

^(a)u uvjetima pretpostavljene minimalne sinteze vitamina D u koži

^(b)uključuje trudnice i dojilje

Unosom navedenih vrijednosti vitamina D u tablici, može se postići ciljana koncentracija od oko 50 nmol/L 25-hidroksikolekalciferola (25(OH)D) u serumu, koja se koristi kao biomarker statusa vitamina D kod odraslih i djece (EFSA 2016), dok se koncentracija od 78-100 nmol/L smatra optimalnom u smislu prevencije osteoporoze i kroničnih bolesti (Štalić *i sur.*, 2016).

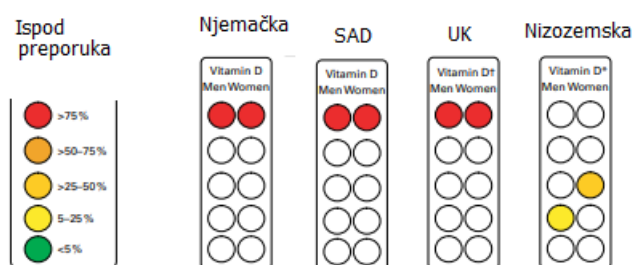
Vrijednosti za unos vitamina D izražavaju se i u internacionalnim jedinicama (I.J., engl. *international unit, I.U.*). Ta vrijednost daje informaciju o količini biološki aktivne tvari koja je potrebna da se postigne određeni biološki učinak (Hrvatska enciklopedija, 2021).

10 µg odgovara vrijednosti od 400 I.J., dok 15 µg odgovara vrijednosti od 600 I.J. (Mateljan 2008).

U Pravilniku o dodacima prehrani objavljenom u Narodnim novinama (NN 46/2011) objavljene su vrijednosti za vitamin D u tablici pod nazivom Dnevni unos vitamina i minerala namijenjen zdravim odraslim osobama te se tamo navode dvije vrijednosti. Prva je Najveći dopušteni dnevni unos vitamina D (kolekalciferola) i on iznosi 10 µg. Druga vrijednost je Preporučeni dnevni unos koji iznosi 5 µg.

2.2.4. Nedostatak vitamina D

U istraživanju (Troesch i sur., 2012) koje je provedeno u populaciji Njemačke, SAD-a, Ujedinjenog kraljevstva i Nizozemske (slika 3), dokazano je kako više od 75% muškaraca i žena u prve tri navedene zemlje, ne zadovoljavaju preporučenu količinu vitamina D, dok u Nizozemskoj kod žena 25-50% populacije ne ispunjava preporuke za vitamin D, a kod muškaraca u populaciji taj broj iznosi 5-25%, što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Populacija sa unosom nižim od preporučenih vrijednosti za različite zemlje (Troesch / sur., 2012)

Mateljan (2008) navodi kako je potrebno je obratiti pozornost na unos vitamina D posebno kod osoba koje se ne izlažu ili se rijetko izlažu suncu, kod tamnopusih osoba, kod osoba čije su kosti smanjenje gustoće i koje imaju meke kosti i česte prijelome, također i kod deformacije kosti ili usporenog rasta i razvoja kod djece. Nedovoljno izlaganje suncu je uglavnom zbog boravka u zatvorenom prostoru, kod stanovnika u sjevernijim krajevima koji imaju manji broj sunčanih sati zbog geografskog položaja, kod osoba koje tijelo štite kremama za sunčanje i prekrivanjem dugom odjećom koja u potpunosti prekriva tijelo. Koža tamnopusih osoba sadržava pigment melanin koji ima ulogu da smanjuje sposobnost kože da pod utjecajem sunčevih zraka proizvodi vitamin D. Opasnost od nedostatka imaju i bebe koje se isključivo doje mlijekom majki koje imaju deficit vitamina D (Mateljan, 2008).

Opasnost od nedostatka vitamina D prijete i osobama čija je prehrana siromašna mastima i kod osoba koje imaju bolesti koje smanjuju sposobnost apsorpcije masti jer je vitamin D topljiv u mastima, ističe Mateljan (2008). Dalje navodi kako i kod nekih bolesti paratiroidnih žlijezdi, jetre i bubrega dolazi do nemogućnosti konverzije neaktivnog oblika kalcidiola vitamina D u

aktivan oblik kalcitriol. Također, u koži starenjem se proizvodnja prekursora vitamina D u koži smanjuje, zaključuje Mateljan (2008).

Zbog nedostatka vitamina D, smanjena je i apsorpcija kalcija i fosfora u organizmu (Mateljan, 2008). To negativno djeluje na mineralizaciju kosti, ako je takvo stanje dugotrajno. Već spomenuta dječja bolest rahitis u dojenjačkoj i dječjoj dobi dovodi do deformacije kostiju i usporenog rasta i razvoja. Mateljan (2008) dalje navodi kako nedostatak vitamina D kod odraslih rezultira osteopenijom, odnosno smanjivanjem gustoće kostiju te bolovima u kostima i može dovesti do osteomalacije tj. omekšavanja kostiju.

2.2.5. Toksičnost vitamina D

Mateljan (2008) napominje kako prekomjeren unos vitamina D može biti toksičan. Naglašava kako se prehranom namirnicama i biljnog (D_2) i životinjskog (D_3) podrijetla može unesti toksična doza. Trovanje se prepoznaje po mučnini, povraćanju, gubitku teka, visokom krvnom tlaku, pogoršanoj bubrežnoj funkciji i zastoju u razvoju.

2.2.6. Izvori vitamina D

Štalić i sur. (2016) navode da su svi prehrambeni izvori vitamina D životinjskog podrijetla. Znatne količine vitamina D su prisutne u ribljem ulju i u ribi poput sardina i lososa dokmanje količine nalazimo u jajima, mesu, mlijeku i maslacu (tablica 2).

Jedina hrana biljnog podrijetla s vitaminom D koje sadrže neznatne količine vitamina D_2 , ali sadrže znatne količine provitamina D_2 , tj. ergosterola su gljive. Čisti izvor vitamina D_2 su divlje gljive koje su izlagane UV-B zrakama ili sušene na suncu (Štalić i sur., 2016).

U porciji od 120 g srdela (sardina) nalazimo 250 I.J. vitamina D, dok ista porcija morskih račića sadržava 162 I.J. vitamina D. Šalica nemasnog mlijeka doprinosi sa 98 I.J. vitamina D (Mateljan 2008).

Tablica 2. Količina vitamina D_3 u hrani (Štalić i sur., 2016)

Hrana	D_3 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Hrana	D_3 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
Losos, sirovi	30	Bakalar	1
Inćun	14	Maslac	0,73
Sardine, konz. U ulju	12	Govedina	0,6
Skuša, lokarda	5,45	Janjetina	0,4
Losos, dimljeni	5	Roquerfort	0,289

Žumanjak	4	Parmezan	0,237
Tuna	2,9	Feta	0,209
Pastrva	2,1	Teletina	0,2
Jaje	1,75	Sladoled	0,12
Piletina	1,5	Kefir	0,101
Majoneza	1	Mlijeko (3,5% m.m.)	0,1

Neke namirnice, poput voćnih sokova (od npr. naranče) i mlijeka, obogaćuju se vitaminom D (Šatalić i sur., 2016) pa mogu pridonijeti dnevnom unosu vitamina D.

2.3. COVID-19

2.3.1 Tijek širenja virusa SARS-CoV-2 i posljedice

Novi soj koronavirusa SARS-CoV-2 pojavio se krajem prosinca 2019. godine prvi puta u Wuhanu u Kini. 7. siječnja 2020. godine službeno je priočeno otkriće novog koronavirusa od strane Kineskih zdravstvenih vlasti. Samo ime virusa severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 označava kako virus uzrokuje teški akutni respiratorni sindrom, odnosno skup teških simptoma povezanih prvenstveno za dišni sustav poput suhog kašlja, otežanog disanja (dispneja (MSD, 2021)), nedostatka zraka, povišene tjelesne temperature te nagli gubitak mirisa, okusa ili promjenu okusa. Simptomi koji se rjeđe javljaju su bolovi u mišićima i umor, glavobolja, zimica, povraćanje i proljev (HZJZ, 2021). Manifestacija SARS-CoV-2 može biti asimptomatska, umjerena ili teška. U težim slučajevima može doći do komplikacija poput akutnog respiratornog distres sindroma, akutne srčane komplikacije, sindroma disfunkcije više organa, septičkog šoka što može uzrokovati smrt. Replikacija SARS-CoV-2 virusa izaziva abnormalno jako izlučivanje citokina, što je poznato kao citokinska oluja i izaziva druge podražaje imunološkog sustava što rezultira jakim upalom. Vjeruje se da su navedene komplikacije povezane sa citokinskom olujom (Iddir, 2020). Bolest uzrokovana SARS-CoV-2 virusom nazvana je COVID-19 (COrona VIRus Disease 2019) (HZJZ, 2021).

Brzo širenje SARS-CoV-2 virusa među ljudima dovelo je do toga da Svjetska zdravstvena organizacija proglasi pandemiju COVID-19 11. ožujka 2020. godine, a istog dana hrvatski ministar zdravstva Vili Beroš proglasio je epidemiju iste bolesti (P.Z. br. 921, 2020). U narednim mjesecima u Hrvatskoj i u svijetu donesene su i provedene mnoge mjere u svrhu suzbijanja bolesti COVID-19. IUS-INFO (2021) obaviještava kako je u Hrvatskoj je u tu svrhu u veljači osnovano tijelo Stožer civilne zaštite Republike Hrvatske. 25. veljače 2020. godine zabilježen je prvi slučaj zaraze koronavirusom Hrvatskoj. S obzirom da se virus prenosi s čovjeka na

čovjeka kontaktno, Hrvatska je bila jedna od zemalja koje su među prvima uvele jedne od najstrožih mjera. Procjenjuje se da vrijeme između izlaganja virusu i pojave simptoma, tj. vrijeme inkubacije koronavirusa traje između 2 i 12 dana. Ljudi su najzarazniji kada imaju simptome, no postoje naznake da neki ljudi mogu prenijeti virus na druge, a da sami nemaju simptome ili prije nego se simptomi pojave (HZJZ,2021). S obzirom na ova saznanja, donesena je odluka o sigurnosnoj mjeri izolacije osoba u vlastitom domu ili drugom odgovarajućem prostoru (samoizolacija) osoba koje su imale bliski kontakt sa zaraženima. Bliski kontakt uključuje izravan tjelesni kontakt s oboljelim od COVID-19 (npr. rukovanje), nezaštićen izravan kontakt s infektivnim izlučevinama oboljelog (dodirivanje korištenih maramica golom rukom ili npr. ako se bolesnik iskašlje u osobu), kontakt licem u lice s bolesnikom na udaljenosti manjoj od dva metra u trajanju duljem od 15 minuta, boravak u zatvorenom prostoru s bolesnikom u trajanju duljem od 15 minuta te zdravstveni radnik ili druga osoba koja pruža izravnu njegu oboljelom bez korištenja preporučene osobne zaštitne opreme i kontakti s bolesnikom u prijevoznim sredstvima dva mjesta ispred, iza, ili sa strane (HZJZ,2021). 13. ožujka 2020. godine kada su u Hrvatskoj bile potvrđeno 32 oboljele osobe, Vlada RH donijela je *Odluku o obustavi izvođenja nastave u visokim učilištima, srednjim i osnovnim školama te redovnog rada ustanova predškolskog odgoja i obrazovanja i uspostavi nastave na daljinu* (NN br. 29/20.). Dana 19. ožujka 2021. Stožer je donio *Odluku o mjerama ograničavanja društvenih okupljanja, rada u trgovini, uslužnih djelatnosti i održavanja sportskih i kulturnih događanja* (NN br. 32/20.) te je to dovelo do zatvaranja neprehrambenih trgovina, kafića, kozmetičkih salona, kazališta i ne mogućnosti održavanja sportskih događaja. Gdje je to bilo moguće, organiziran je i rad od kuće. Donesena je i odluka o zabrani prelaska preko graničnih prijelaza RH. Kako bi se smanjili mogućnost daljnjeg širenja bolesti 23. ožujka 2020. Stožer donio jednu od najstrožih mjera *Odluku o zabrani napuštanja mjesta prebivališta i stalnog boravka u RH* (NN br. 35/20.) (IUS-INFO, 2021) uz mogućnost dobivanja propusnica za iznimne situacije. S vremenom i padom broja zaraženih, došlo je do popuštanja mjera, ali ponovnim porastom zaraženih, dio mjera se vraćao pa ponovno ukidao.

SARS-CoV-2 virus brzo se proširio po cijelom svijetu i uzrokovao smrt mnogo ljudi, a veliki broj ljudi ostavio je sa trajnim zdravstvenim posljedicama.

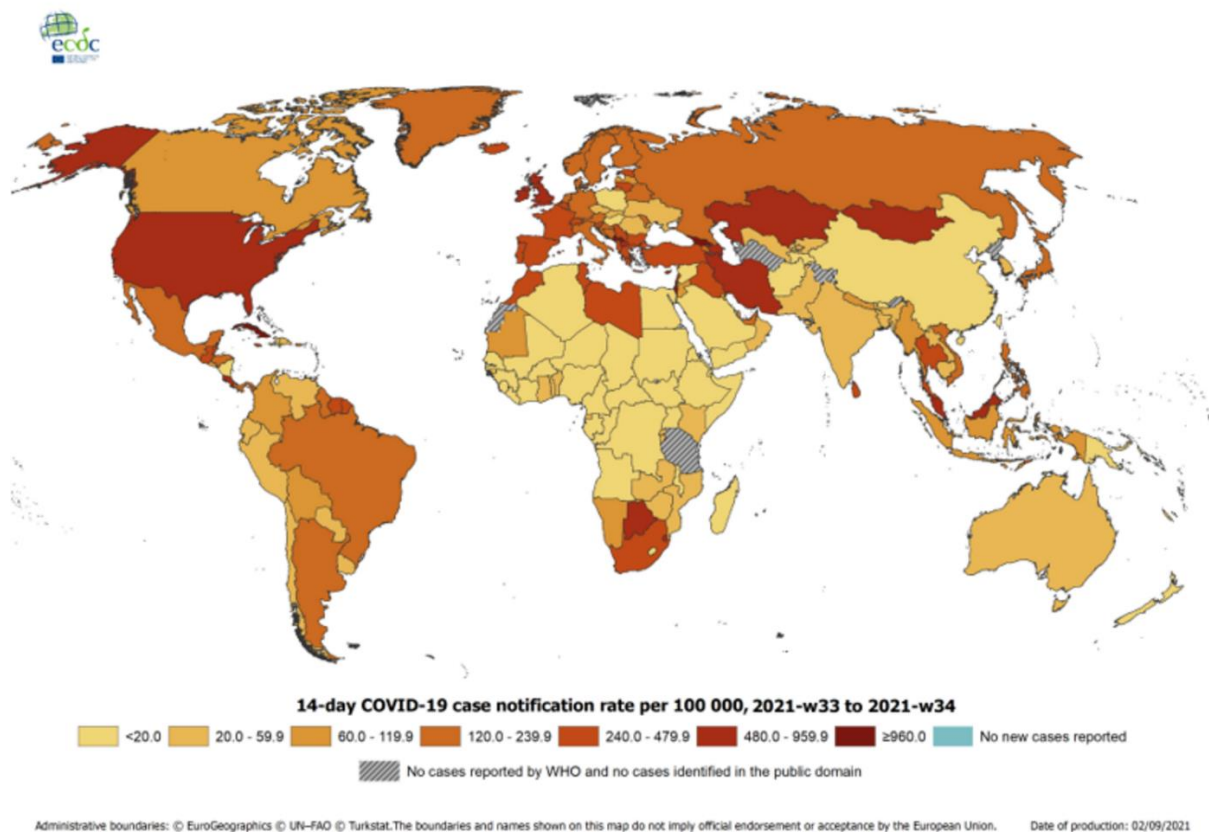
Do dana 5.9. 2021. godine ukupno je u svijetu bilo 221 256 170 potvrđenih slučajeva zaraze virusom SARS-CoV-2, a umrlo je 4 578 209 ljudi. U Hrvatskoj ukupno potvrđeno 377 838 slučajeva zaraze ljudi, a umrlo 8 370 (HZJZ 6.9.2021).

Znanstvenici su se neumorno trudili i radili na otkriću cjepiva za SARS-CoV-2 virus što su i krajem 2020. godine uspjeli realizirati. Prvo masovno cijepljenje počelo je početkom prosinca 2020. godine u svijetu (WHO, 2021), dok je u Hrvatskoj prva osoba cijepljena 27.12.2020.

godine (IUS-INFO, 2021). U Hrvatskoj je ukupno cijepljeno sa dvije doze 1 630 465 ljudi (HZJZ 6.9.2021).

I danas, početkom rujna 2021. godine vrijedi pridržavanje epidemioloških mjera poput nošenja maski u zatvorenom prostoru, ograničenog broja ljudi na okupljanjima, mjerenje tjelesne temperature kod dolaska na posao ili u neki javni zatvoreni prostor, dezinfekcija prostora, prozračivanje, održavanje preporučenog razmaka između ljudi od minimalno 1,5 m, ali se život polako vraća u normalu. Na slici 4. prikazano je stanje broja prijavljenih slučajeva COVID-19 u svijetu za 33 i 34 tjedan.

No, rizične skupine ljudi poput starijih od 60 godina, ljudi sa kardiovaskularnim i kroničnim respiratornim bolestima, sa dijabetesom i oboljeli od raka te pušači koji imaju veću vjerojatnost od razvoja bolesti COVID-19 (WHO, 2021) trebaju i dalje biti na povećanom oprezu.



Slika 4. 14-dnevna prijava slučajeva COVID-19 u svijetu na 100 000 stanovnika u 33 i 34 tjednu 2021 godine (ECDC, 2021)

2.4. Dijetoterapija u bolesti COVID-19

Pandemija SARS-CoV-2 virusa postala je globalna zdravstvena kriza, koja je zbog cilja usporavanja širenja virusa i uvođenja socijalnog distanciranja ljudi, utjecala na sve aspekte svakodnevnog života stanovništva, posebno na prehrambene navike i životni stil (Molina-Montes i sur., 2021).

Zabetakis i sur. (2020) napominju kako je kod ljudi sa kroničnim nezaraznim bolestima (KNB) prisutna kronična upala. Primijećeno je kako su oboljeli od COVID-a sa već prisutnim KNB razvijali teže simptome te imaju visoki rizik smrtnosti zbog komplikacija uzrokovanih COVID-19. Način na koji bi osobe smanjile rizik od nastanka KNB je da kontroliraju aktivnost medijatora upale pomoću prehrane, tjelovježbe i zdravog načina života. Nezdravi način života povezan je sa povećanim oksidativnim stresom i upalom te pridonosi nastanku KNB. Postoje dokazi kako hrana koju konzumiramo utječe na funkcioniranje imunološkog sustava. (Zabetakis i sur., 2020).

Tijekom pandemije, veći rizik od razvoja i posljedica komplikacija razvitkom bolesti COVID-19, poput hospitalizacije i veće stope smrtnosti imaju i pretile osobe (Zabetakis i sur., 2020, Pfeifer i sur., 2021). Zbog toga je preporuka da se tijekom pandemije održava tjelesna masa i sastav tijela sukladno preporukama za dob i spol.

Pozornost treba obratiti i na starije osobe koje zbog dobi imaju veću vjerojatnost od razvoja KNB, ali imaju i veći rizik od pothranjenosti te infekcija kao i infekcije virusom SARS-CoV-2. Funkcija imunskog sustava s godinama opada što se naziva imunosenescencija. Kod starijih osoba postoji rizik od deficita mikronutrijenata poput vitamina C, D, folata, kalcija i cinka.

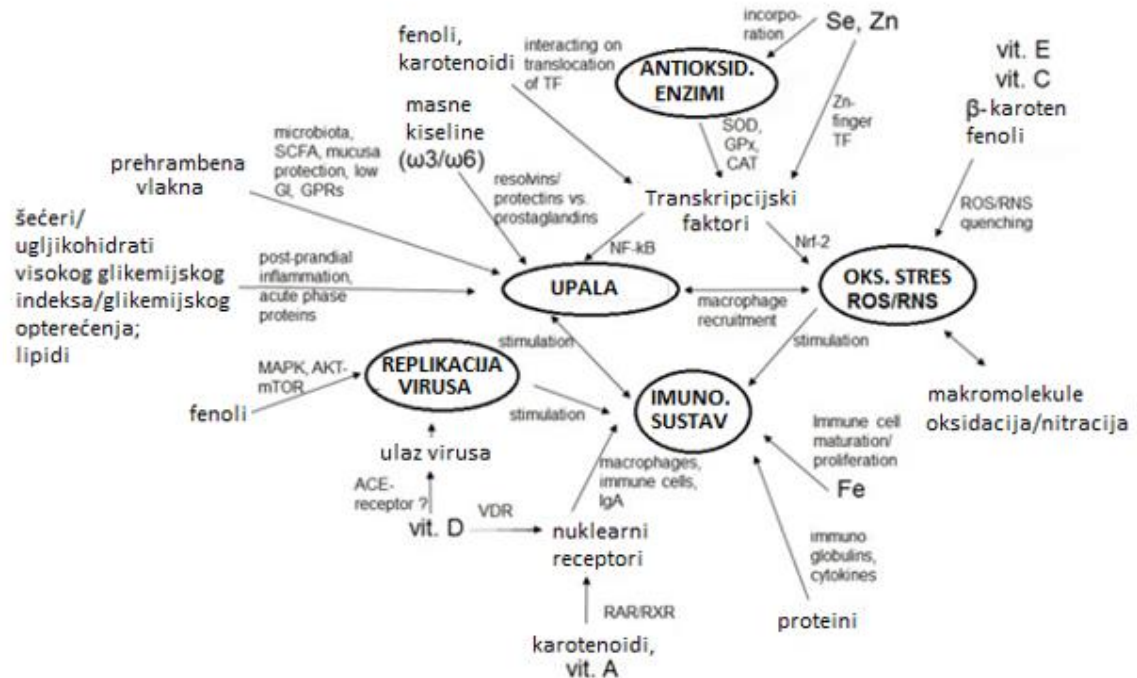
Zabetakis i sur. (2020) napominju da zdrava i uravnotežena prehrana osigurava sve potrebne makro i mikronutrijente što može obnoviti i održavati funkcije imunološkog sustava te povećati zaštitu od upale i KNB. Iz tog razloga, u COVID-19 pandemiji, najbolje je odabrati prehranu s namirnicama koje potencijalno imaju protuupalna i imunomodulacijska svojstva, zaključuju Zabetakis i sur. (2020).

2.4.1. Mediteranska prehrana

Mediteranska prehrana bogata je namirnicama koje potencijalno djeluju protuupalno i imunomodulacijski (Zabetakis i sur., 2020). Osim toga, mediteranska prehrana povezana je sa poboljšanjem tjelesne mase, ITM-a, ukupnog kolesterola, glukoze i krvnog tlaka što smanjuje rizik od kroničnih bolesti te može imati blagotvorni učinak protiv virusnih infekcija (Pfeifer i sur., 2021). Mediteranska prehrana specifična je po većoj konzumaciji namirnica biljnog podrijetla poput povrća i voća, mahunarka, orašastih plodova te sjemenki uz korištenje

maslinovog ulja kao glavnog izvora masti. Umjerena je konzumacija ribe i plodova mora, mliječnih proizvoda (posebno jogurta i sira), peradi i jaja dok je konzumacija crvenog i procesiranog mesa mala. Uz ručak ili večeru, obično se konzumira crno vino u umjerenim količinama (Martinez-Gonzalez i Bes-Rastrollo, 2014). Zabetakis i sur. (2020) dalje objašnjavaju kako ovakvom prehranom, osim vitamina i minerala, unosimo i veliku količinu različitih bioaktivnih spojeva koji imaju snažna protuupalna, antitrombotička i antioksidativna svojstva te sinergistički djeluju na sprječavanje i zaštitu od upale, tromboze i djelovanja slobodnih radikala. U ovoj prehrani, nizak je unos prerađene hrane koja je povezana sa negativnim učincima na zdravlje, a naglasak je na cjelovitim i neprerađenim namirnicama. Polifenoli, kao biološki aktivni spojevi koje nalazimo u voću, povrću i vinu, povezuju se sa antivirusnim djelovanjem protiv Zika i Dengua virusa te virusa Zapadnog Nila. Povrće i voće važan su izvor vlakana koji su važni za zdravlje crijeva. Omega-3 polinezasićene masne kiseline (EPA i DHA) iz ribe pokazuju protuupalna svojstva. Vitamin C u dozi od 1-2 g na dan učinkovit je u sprječavanju infekcija gornjih dišnih putova, a nalazimo ga u hrani poput agruma, bobičastog voća, lisnatog povrća i rajčica. DRI za vitamin C iznosi 75-90 mg/dan. Vitamin E kojeg nalazimo u orašastim plodovima, sjemenkama, biljnom ulju, zelenom lisnatom povrću te obogaćenim žitaricama djeluje antioksidativno smanjujući oksidativni stres te djeluje protuupalno. Vitamin C i E sinergistički djeluju i potencijalno bi se mogli koristiti kao antioksidativna terapija za komplikacije kardiovaskularnog sustava oboljelih od COVID-19. DRI za vitamin E iznosi 15 mg/dan za zdrave osobe te se smatra potencijalno korisnim oboljelima od COVID-19, no trenutno nema definiranih doza za taj slučaj, navode Zabetakis i sur. (2020). Dalje navode kako je cink kofaktor za mnoge enzime i te je važan u razvoju stanica imunskog sustava. Cink je element u tragovima koji se nalazi u mesu, mliječnim proizvodima i mahunarkama. Povećani unos cinka mogao bi biti koristan kod smanjenja replikacije RNA virusa, poput SARS-CoV-2 virusa (Te Velthuis i sur., 2017; Pfeifer i sur., 2021) te smanjenja infekcija donjih dišnih putova. Zabetakis i sur. (2020) navode kako je preporučeni unos cinka od (DRI) 8-11 mg, no povećani unos od 30-50 mg mogao bi koristiti u borbi sa virusom SARS-CoV-2. U iznutricama i orašastim plodovima te manje u žitaricama i voću nalazimo bakar. Dalje objašnjavaju kako bakar u dozi od 7,8 mg na dan djeluje imunomodulatorno te smanjuje oksidativni stres što bi moglo biti korisno kod oboljelih od COVID-19. DRI za zdrave osobe iznosi 900 µg na dan (Zabetakis i sur., 2020). Prehrambena vlakna djeluju imunomodulatorno te se preporuča unos 25-38 g na dan kod zdravih osoba, no preporuka tijekom pandemije nema, ali se ne preporuča veći unos zbog potencijalnih gastrointestinalnih problema. Potrebno je konzumirati i topiva i netopiva vlakna. Topljiva nalazimo u zobnim mekinjama, orašastim plodovima i sjemenkama, ječmu, leći, grašku, grahu te u voću i povrću. U pšeničnim

mekinjama, cjelovitim žitaricama i povrću nalazimo netopljiva vlakna dan (Zabetakis i sur., 2020). Na slici 5. prikazan je shematski dijagram interakcija između odabranih komponenti hrane, imunskog sustava i virusne infekcije (Iddir i sur. 2020).

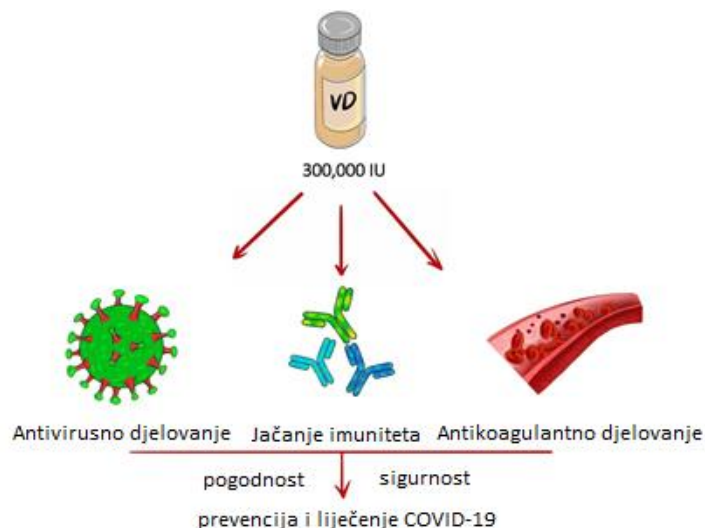


Slika 5. Shematski dijagram interakcija između odabranih komponenti hrane, imunskog sustava i virusne infekcije (Iddir i sur. 2020)

U istraživanju koje su proveli Pfeifer i sur., 2021 u Hrvatskoj tijekom trajanja pandemije COVID-19, zaključili su da su se Hrvati srednje priržavali načela mediteranske prehrane. Ispitanici su uglavnom zadržali svoje prehrane i životne navike, no povećali su učestalost kuhanja tijekom karantene, što je zabilježeno kod više od polovice ispitanika. Naglasili su da su, zbog kuhanja, povećali konzumaciju povrća i voća, mahunarki, ribe i plodova mora. Također ispitanici koji su se više držali mediteranske prehrane, povećali su unos maslinovog ulja i smanjili unos crvenog mesa. Zabilježena je veća konzumacija domaćeg peciva, a najčešće se jela kuhana hrana. Malo više od polovice ispitanika navelo je da je količina hrane koju su jeli tijekom karantene ista kao i prije, dok su ispitanici koji su se manje držali mediteranske prehrane naglasili da su primijetili povećanje na masi. Kod pretilih osoba, u karanteni, primijećena je povećana konzumacija hrane bogate energijom i grickalica uslijed povećane dosade i stresa uzrokovanih zatvaranjem (Sidor i Rzymiski, 2020; Pfeifer i sur., 2021). Pfeifer i sur. (2021) su primijetili da je kod malo više od trećine ispitanika koji su se više držali mediteranske prehrane, zabilježen je porast u tjelesnoj aktivnosti, dok je kod ispitanika koji su se manje držali mediteranske prehrane, zabilježeno smanjenje tjelesne aktivnosti. Veća

vjerojatnost povećanja tjelesne mase zabilježena je kod ispitanika s ITM većim od 25 kg/m², dok kod ispitanika sa manjim ITM od 25 kg/m² zabilježeno je povećanje tjelesne aktivnosti. Jedna petina ispitanika imala je problem s pronalaženjem određenih namirnica, poput kvasca, mliječnih proizvoda, jaja, začina, maslinovog ulja te organske, veganske i hrane bez glutena, uslijed velike potražnje istih, zatvaranja određenih trgovina i ograničenog kretanja i transporta. Primijećena je manja konzumacija zaslađenih pića i alkohola, vjerojatno zbog ograničenog kretanja, zatvaranja/ograničenog rada kafića i noćnih klubova te kraćeg radnog vremena trgovina. No kod talijanskih adolescenata koji su se manje pridržavali mediteranske prehrane, zabilježena je veća konzumacija zaslađenih pića, slatkiša, pržene i brze hrane, ali i manji unos povrća, voća, tjestenine, sira i ribe, navode Grosso i sur. (2013).

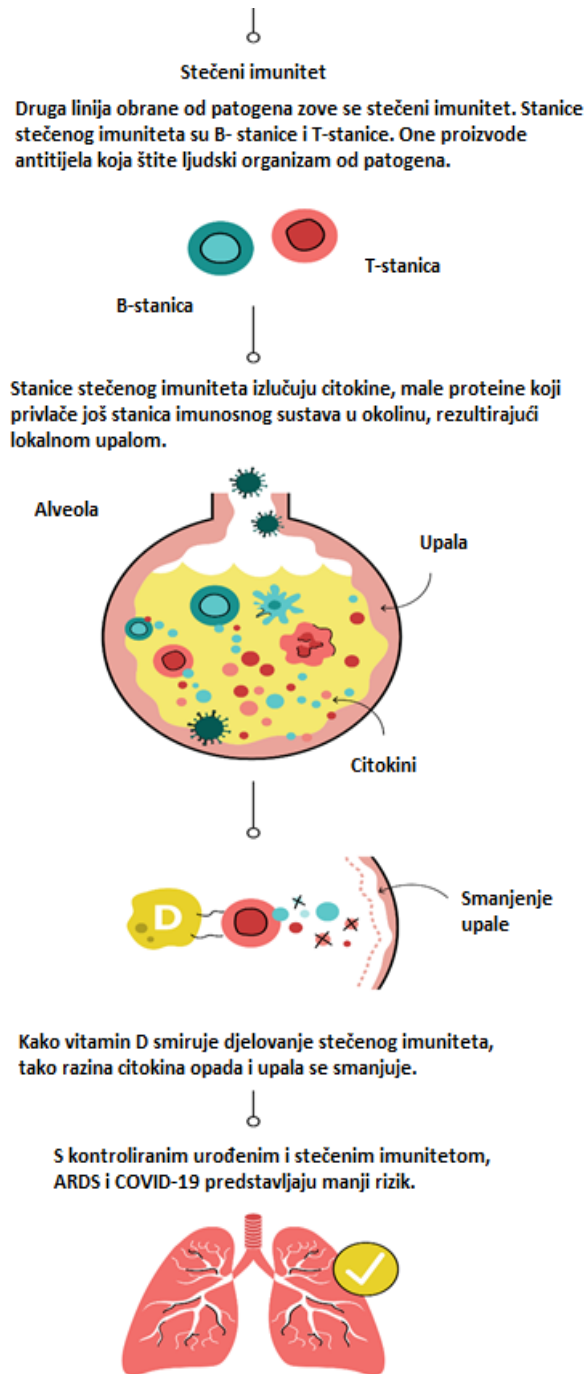
2.4.2. Uloga vitamina D u bolesti COVID-19



Slika 6. Prevencija COVID-19 i liječenje (Liu i sur., 2019)

Na slici 6. navedene su glavne uloge vitamina D u prevenciji i liječenju bolesti COVID-19. Mateljan (2008) navodi kako vitamin D djeluje imunomodulacijski i protuupalno sprječavajući pretjerani ili dugotrajni protuupalni odgovor. Stanice respiratornog epitela, monociti/makrofazi, dendritičkih stanice, T i B limfociti posjeduju receptore za vitamin D (Laktašić Žerjavić N., 2020).

Mateljan (2008) nastavlja kako upravo T-limfociti imunosnog sustava potiču upalu (slika 7). Iddir i sur. (2021) objašnjavaju kako T-limfociti, ali i druge stanice imunosnog sustava poput dendritičkih stanica, makrofaga eksprimiraju gen CYP27B1 koji je odgovoran za konverziju 25-hidroksikolekalciferol (kalcidiola) u aktivni oblik 1,25-dihidroksikolekalciferol (kalcitriol). Nakon što vežu kalcitriol, T-limfociti mogu obavljati svoje fiziološke funkcije Iddir i sur. (2020).



Slika 7. Uloga vitamina D mehanizmu obrane imunskog sustava od COVID-19 (Zaiets i sur., USA TODAY, 2020)

Katz i sur., (2021) navode kako niska razina vitamina D povećava vjerojatnost nastanka više akutnih i kroničnih bolesti poput kardiovaskularnih i autoimunih bolesti, dijabetesa, raka, zaraznih bolesti, zubnog karijesa te periodontopatije. Istraživanja su pokazala kako su pacijenti s nedostatkom vitamina D imaju 4,6 puta veću vjerojatnost da budu pozitivni na COVID-19. Pedijatrijska populacija oboljelih od COVID-19 imala je značajno nižu razinu vitamina D i znatno

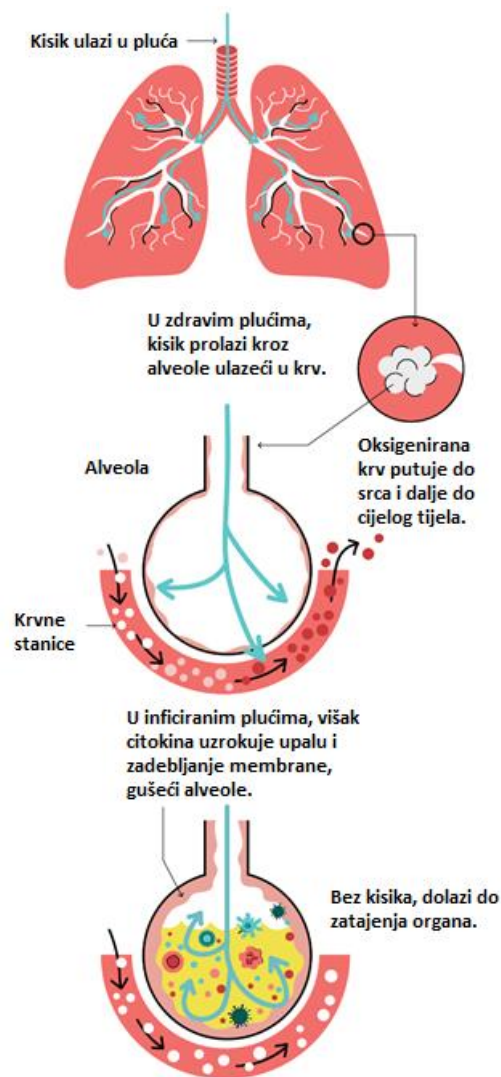
višu tjelesnu temperaturu u usporedbi s kontrolnom skupinom. Kod starijih odraslih osoba sa nedostatkom vitamina D zabilježeni su lošiji ishodi morbiditeta u usporedbi s onima bez deficita. Također, velike doze kalcidiola smanjuju boravak oboljelih od COVID-19 u intenzivnoj njezi. U nekim studijama pokazala se povezanost između boravka na suncu, vitamina D i oporavka od COVID-19 (Katz i sur., 2021).

Neka stanja poput dijabetesa, pretilosti, crijevne malapsorpcije i dentalnih bolesti povećavaju rizik za nedostatak vitamina D. Osobe crne rase posebno su zahvaćene s nedostatkom vitamina D jer je zbog pigmentacija smanjena proizvodnja vitamina D, iz čega proizlazi velika zahvaćenost sa oboljenjem od COVID-19 i prisutnošću zubnih bolesti u usporedbi s drugim rasama, zaključuju Katz i sur. (2021).

Dokazano je kako sunčeva svjetlost djeluje kao dezinficijens koji može brzo deaktivirati SARS-CoV-2 na površinama. Pokazalo se i da vitamin D ima potencijal u sprječavanju respiratornih infekcija, osobito kod onih s deficitom vitamina D te da je njegov nedostatak snažno je povezan s infekcijom COVID-19, zaključuju Katz i sur. (2021). Vitamin D može smanjiti rizik od virusnih infekcija respiratornog trakta i težinu i dužinu trajanja bolesti (Laktašić Žerjavić N., 2020).

Vitamin D snažan je epigenetski regulator koji utječe na više od 2500 gena (Mercola i sur., 2020).

Vitamin D potiče proizvodnju antimikrobnih peptida katelicidina i defensina koji mogu inhibirati stope replikacije virusa i smanjiti razine citokina koji stvaraju upalu odgovornu za oštećenje sluznice pluća, što dovodi do akutnih dišnih bolesti. Vitamin D također potiče gen odgovoran za ekspresiju ACE2, a koji je reguliran teškim akutnim respiratornim sindromom SARS-CoV-2 virusa. Mercola i sur. (2020) dalje navode kako vitamin D utječe na smanjenje preživljavanja i replikaciju virusa indukcijom katelicidina i defensina kao i povećanjem koncentracije slobodnog ACE2, čime se sprječava ulazak virusa SARS-CoV-2 u stanice putem ACE2 receptora. Vitamin D aktivira stanice imunosnog sustava za proizvodnju AMP -a, koji uključuju katelicidine i defenzine. AMP-i djeluju antimikrobno i antivirusno te mogu inaktivirati virus influence. AMP djeluje antivirusno na način da uništava proteinsku ovojnica katelicidinom te katelicidini blokiraju ulazak virusa u stanicu. Vitamin D smanjuje proizvodnju upalnih citokina (Mercola i sur., 2020).



Slika 8. Usporedba zdrave alveole i alveole inficirane virusom SARS-CoV-2 (Zaiets *i sur.*, USA TODAY, 2020)

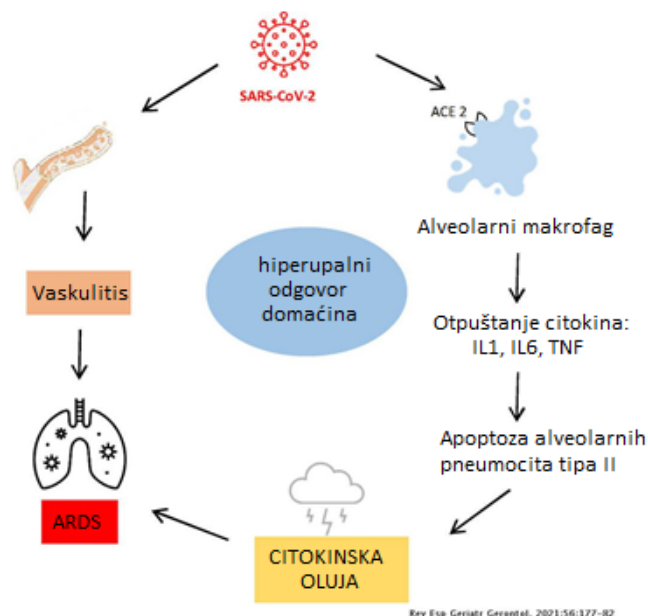
Mercola *i sur.*, 2020 objašnjavaju dalje kako se ozbiljnost COVID-19 povezuje sa citokinskom olujom (hipercitokinemijom), tj. nekontroliranim otpuštanjem različitih upalnih citokina, posebno upalnim citokinom interleukinom 6 (IL-6), kao odgovorom imunskog sustava (slika 8). Provedeno je istraživanje ispitivanja suplemenata vitamina D i njegovog učinka na koncentracije IL-6 od kojih je osam od jedanaest pokazalo značajno smanjenje IL-6. Pokazano je kako IL-6 povećava ozbiljnost COVID-19 pojačavanjem receptora za angiotenzin-konvertirajući enzim 2 (ACE2) i indukcijom makrofagnog katepsina L koji posreduje cijepanje S1 podjedinice površinskog glikoproteina koronavirusa. To cijepanje potrebno je za ulazak koronavirusa u stanice domaćina čovjeka, fuziju membrane endosoma stanica virus - domaćin i oslobađanje virusne RNA za sljedeći krug replikacije (Mercola *i sur.*, 2020).

Hojyo i sur. (2020) napominju da se hipoteza da je ARDS s citokinskim olujama (slika 9.) glavni uzrok smrti od COVID-19 može objasniti dvama razlozima. Prvi je intravaskularna koagulacija koja uzrokuje multiorganske ozljede koja je posredovana upalnim citokinima poput IL-6, a drugi razlog je da virus SARS-CoV-2 utječe na endotelne stanice uzrokujući daljnju staničnu smrt, što dovodi do vaskularnog istjecanja i izaziva citopatogeni učinak na epitelne stanice dišnih putova.

Mercola i sur. (2020) navode kako su promarna meta koronavirusa pneumociti tipa II u plućima jer su tim stanicama izrazito izraženi ACE2 receptori za koje se virus veže. Kod COVID-19 se narušava funkcija pneumocita tipa II što smanjuje koncentraciju surfaktanta u području alveola-zrak. Surfaktant je bitan jer sprječava kolaps alveola omogućavajući alveolama da ostanu otvorene i usklađene tijekom udisanja i izdisaja. Tijekom udisanja, ako ne sadrže surfaktant, alveole kolapsiraju i ako se to dogodi, ne može doći do izmjene plinova kroz stijenku alveola. Zapravo, potrebno je imati dovoljno surfaktanta da alveole ostanu otvorene i da dođe do izmjene plinova. Drugi aspekt surfaktanta je vezanje proteina A (SP-A) za viruse influence A preko njegovih ostataka sijalinske kiseline što dovodi do neutralizacije virusa, zaključuju Mercola i sur. (2020). Navode kako je dokazano je i kako vitamin D smanjuje ozljedu pluća stimulirajući proliferaciju i migraciju alveolarnih epitelnih stanica tipa II, smanjujući apoptozu epitelnih stanica i inhibirajući epitelno - mezenhimalno induciran TGF- β . Vitamin D također smanjuje rizik od oluje bradikinina koji širi krvne žile i povećava njihovu propusnost. Prekomjerna količina bradikinina dovodi do nakupljanja tekućine u mekom tkivu što rezultira štetnih posljedicama koje se vide kod pacijenata s COVID-19, zaključuju Mercola i sur. (2020).

Notz i sur. (2021) primijetili su kako je velika većina bolesnika s COVID-19 koji su razvili sindrom akutnog respiratornog distresa (ARDS) imala nedostatak vitamina D. 25-hidroksivitamin D status nije bio povezan s promjenama u kliničkom tijeku, dok su niske razine 1,25-dihidroksivitamina D povezane s produljenom mehaničkom ventilacijom i većom smrtnosti.

I prije početka pandemije COVID-19, nalazili smo se, kako navodi Holick (2017), u pandemiji deficita vitamina D. Dokazano je kako je smanjeno izlaganje sunčevoj svjetlosti i život u zatvorenom prostoru tijekom karantene u vrijeme pandemije COVID-19 pogoršalo stanje, već sada niskog statusa vitamina D u populaciji (Nasiri i sur., 2021).



Slika 9. Patofiziologija COVID-19 (Tarazona-Santabalbina i sur., 2021)

2.4.3. Suplementacija vitamina D

Laktašić Žerjavić (2020) naglašava kako su u vrijeme karantene, boravkom u zatvorenom prostoru, čime je onemogućen glavni put sinteze vitamina D u koži djelovanjem UV-B zraka, ljudi dodatno izloženi nedostatku vitamina D.

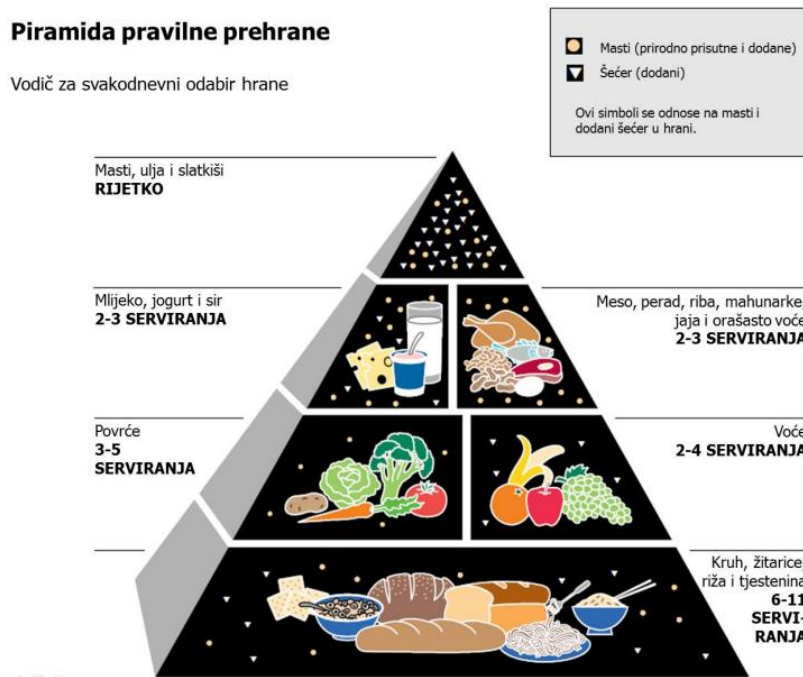
Nadoknada vitamina D je jednostavna, sigurna i jeftina te bi trebala biti neizostavni dio javnozdravstvene politike sprječavanja zaraznih bolesti uključujući i COVID-19. Laktašić Žerjavić (2020) preporuča da je za vrijeme pandemije virusom SARS-CoV-2 racionalno nadoknadu provesti višim dozama, do 10 000 IJ dnevno, kako bi se u kratkom vremenu postigle koncentracije u krvi potrebne za nekalcemijske učinke vitamina D.

2.5. Konceptualni model

Konceptualni ili idejni model koristi dijagrame strukture kojom prenosi određenu ideju odnosno daje logiku radu sustava korištenjem simbola i vizualizacijom problema radi njenog pojednostavljenja (Gajdoš Kljusurić, 2020). Konceptualni modeli koriste se oblicima, različitim bojama i tekстом (Blažinčić, 2019) da bi se dala logika sustavima koji obrađuju problematiku struke (Gajdoš Kljusurić, 2020).

2.5.1. Primjena konceptualnih modela u nutricionizmu

U nutricionizmu, konceptualni modeli koriste se za pojednostavljenje prikaza tema poput pravilne prehrane. Najpoznatiji primjer je piramida pravilne prehrane (slika 10). U piramidi, pet skupina namirnica posložene su horizontalno. Na vrhu piramide prikazana je skupina masti i šećera da bi se sugeriralo kako unos tih namirnica treba biti što manji, dok su u bazi piramide, koja predstavljaju temelj pravilne prehrane, prikazane žitarice koje bi trebalo konzumirati u najvećoj količini. Kod svake skupine namirnica sugeriran je i broj serviranja u obliku raspona, ovisno o razini unose enerije za cijeli dan (Šatalić 2017/18).



Slika 10. Piramida pravilne prehrane Američkog ministarstva poljoprivrede (U.S. Department of Agriculture, USDA) iz 1992. godine (preuzeto Šatalić, 2017/18)

3. REZULTATI I RASPRAVA

Korištenjem USDA tablica kemijskog sastava namirnica (USDA, 2015) sastavljen je jelovnik us ciljanim unosom energije 2200 kcal u kojem je bio cilj, uz zadovoljenje potreba za makronutrijentima (ugljikohidrati 45-65% od ukupnog dnevnog unosa energije, proteini 10-35%, masti 20-35% (Ryan-Harshman i Aldoori, 2006), zadovoljiti preporučeni unos vitamina D za odrasle osobe koji iznosi 15 µg/dan.

U prilogu je dodani jelovnik u kojem je ostvaren ciljani unos vitamina D 15 µg/dan.

Jelovnik je izrađen pomoću USDA tablica kemijskog sastava namirnica (USDA, 2015). S obzirom da je u tablicama nedostajao podatak za vitamin D kod lososa, jednog od najbogatijih prehrambenih izvora vitamina D, taj sam podatak izračunala pomoću Tablice 2. Količina vitamina D3 u hrani (Štalić i sur., 2016) koja je navedena u ovom poglavlju 2.8. Izvori vitamina D. U jelovniku je zadovoljen unos makronutrijenata. Ugljikohidrati pridonose unosu energije sa 51,4% od ukupnog dnevnog unosa energije, proteini sa 19,1%, a masti sa 31,5%.

S obzirom da u USDA tablici kemijskog sastava namirnica nije navedena blitva koja je bila potrebna za izradu jelovnika, uzete su vrijednosti špinata kao namirnice sa sličnim svojstvima. Kako Soče (2017) navodi, 1 µg vitamina D iznosi 40 I.J.

U 100 g sirovog lososa prisutno je 30 µg vitamina D, pri čemu, kako navodi Soče (2017) vitamin D gotovo da i nije osjetljiv na temperaturu te se prilikom termičke obrade u namirnicama ne uništava, što znači da je u 80 g pečenog lososa u jelovniku, prisutno 24 µg vitamina D.

Priloženim jelovnikom, dnevno se unese 30,1 µg vitamina D odnosno 1204 I.J. što je dvostruka količina od ciljanog unosa.

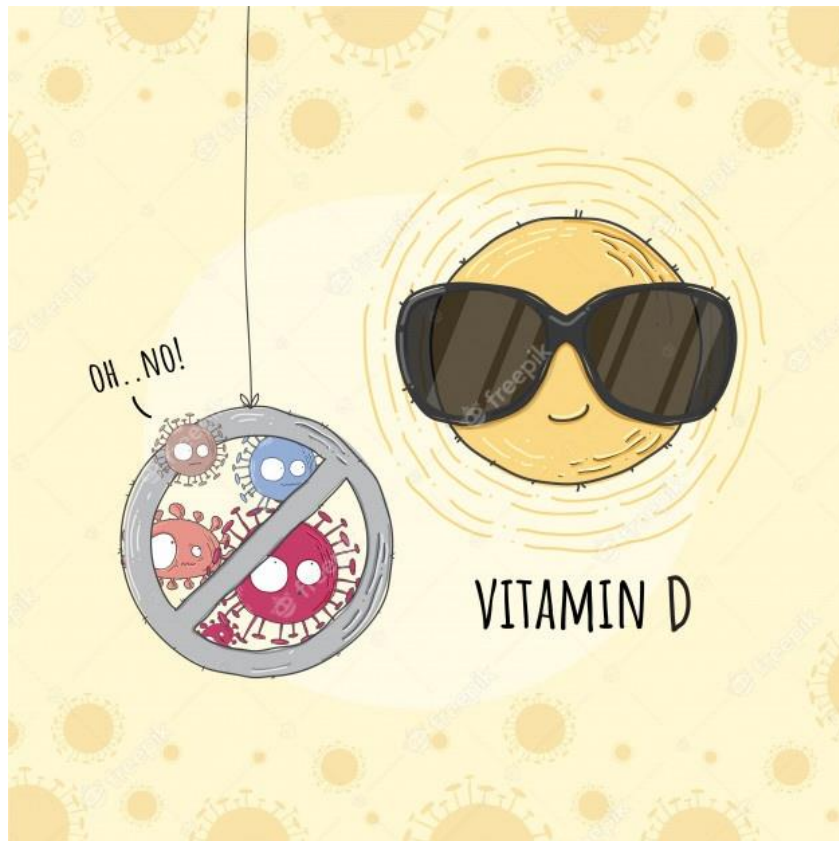
U jelovnik je dodano maslinovo ulje, jedna od tradicionalnih komponenti mediteranske prehrane, koja omogućuje dobru apsorpciju vitamina D koji je topljiv u mastima. Maslinovo ulje sadrži brojne fitokemikalije. Jedna od njih je i oleokantal koji ima protuupalno djelovanje (Štalić i sur., 2016). U jelovniku se nalazi i rajčica je bogata likopenom, aktivnom tvari iz obitelji karotenoida koji djeluje antioksidativno te ima važnu ulogu u sprječavanju razvoja raka pluća (Marković i sur., 2006). Žuti karotenoidi, lutein i zeaksantin, prisutni u zelenom lisnatom povrću (npr. blitva, špinat) i žumanjku inaktiviraju slobodne radikale (Štalić i sur., 2016). U jelovniku se nalaze i bademi koji su dobar izvor oleinske kiseline, kao i maslinovo ulje. Fitokemikalije u orašastim plodovima poput badema djeluju kao antioksidansi te imaju protuupalni i antiviralni učinak (Štalić i sur., 2016). Crno grožđe bogato je antioksidansom resveratrolom koji pripada skupini polifenolnih spojeva (Internetska nutricionistička enciklopedija, 2021). U jelovnik su uključene gljive kao biljni izvor vitamina D (Štalić i sur.,

2016) te mlijeko i sok od naranče kao jedni od izvora koji se obogaćuju vitaminom D (Štalić i sur., 2016).

Iz svega navedenog, važno je primijetiti da se hranom može unijeti dovoljna količina vitamina D te kako cjelovita hrana ima brojne prednosti u odnosu na dodatke prehrani jer ne predstavlja izvor izolirane komponente hrane, nego paralelno osigurava energiju, makronutrijente i mikronutrijente te fitokemikalije (Štalić i sur., 2016) što je vrlo važno u vrijeme pandemije.

U ovom poglavlju dan je pregled konceptualnih modela (u nastavku, ali i u Prilogu) u kojima je zadržan izvorni engleski jezik, kako bi se izvorno prikazao koncept uloge boja i oblika.

Cilj prikazanih konceptualnih modela je kako na jednostavan način široj javnosti prikazati kako tijekom pandemije COVID-19 možemo utjecati na poboljšanje statusa vitamina D.



Slika 11. Prikaz Sunca kao indirektni "izvor" vitamina D i njegov utjecaj na SARS-CoV-2 virus
Na slici 11. je na jednostavan način prikazano kako je Sunce dobar "izvor " vitamina D i da je učinkovito protiv uništavanja SARS-CoV-2 virus. (Lemoncee, 2020)

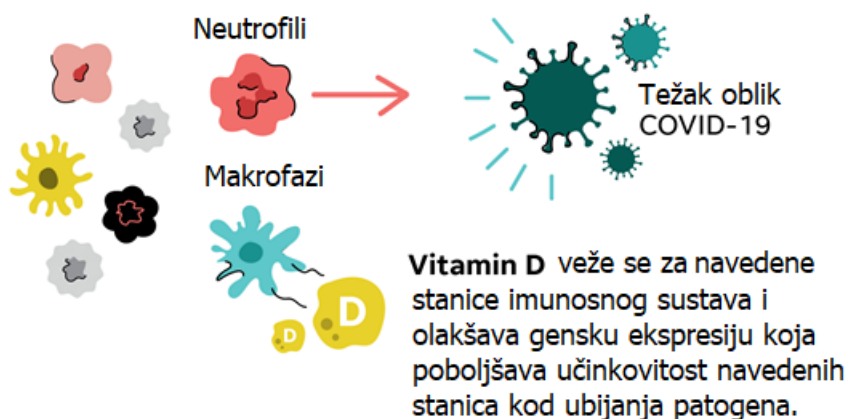


Slika 12. Vitamin D prikazan u obliku ratnika koji napada SARS-CoV-2 virus (Zaiets i sur., USA TODAY, 2020)

Na slici 12. je prikazana važnost vitamina D zajedno sa stanicama imunskog sustava u borbi protiv virusa SARS-CoV-2. Vitamin D i stanice imunskog sustava prikazane su u obliku dominantnih ratnika koji su prikazani veći od virusa SARS-CoV-2 te tako šalju poruku kako vitamin D i imunski sustav zajedno pobjeđuju virus.

Urođeni imunitet

Urođeni imunitet je prva linija obrane ljudskog organizma. Aktivira makrofage, neutrofile i druge stanice na napad i uništenje patogena.



Slika 13. Stanice urođenog imuniteta sa vitaminom D u borbi protiv protiv teškog oblika bolesti COVID-19 (Zaiets i sur., USA TODAY, 2020)

Na slici 13. su prikazane stanice urođenog imuniteta neutrofili i makrofagi i vitamin D koji su zajedno efektivniji u borbi protiv teškog oblika bolesti COVID-19 koju izaziva virus SARS-CoV-2.

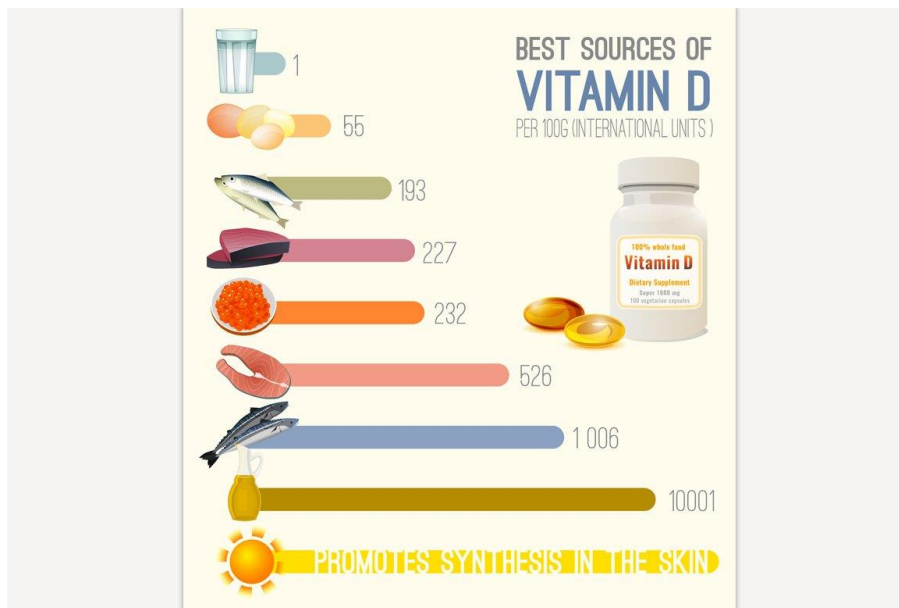


Slika 14. Izvori vitamina D (Ruby J., Nature, 2021)

Na slici 14. na zanimljiv su način prikazani izvori vitamina D. Prikazano je Sunce sa zrakama koje je zapravo indirektan izvor vitamina D, a od hrane, prikazana je riba te je naglašen losos kao bogatiji izvor. Na slici se kao prehrambeni izvori vitamina D nalaze i jaja, sir, gljive, mlijeko i sok od naranče koji je obogaćen vitaminom D.

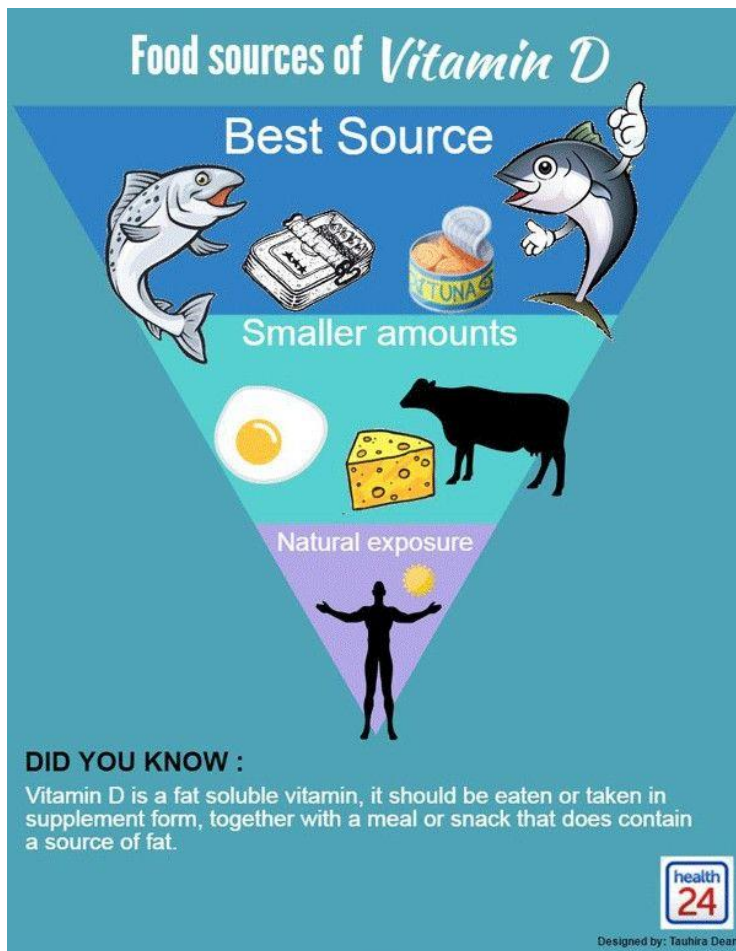
Navedeni izvori nisu jednake veličine, već njihov odnos veličina na slici označava količinu vitamina D koji sadrže, odnosno koja od navedene hrane sadrži više vitamina D, prikazana je većom veličinom, osim dodataka prehrani.

Odnos veličina Sunca sa zrakama, hrane i dodataka prehrani pokazuje da bi primarni izvori vitamina D trebali biti Sunce i prehrana, a dodaci prehrani trebali bi biti zastupljeni u manjem dijelu.



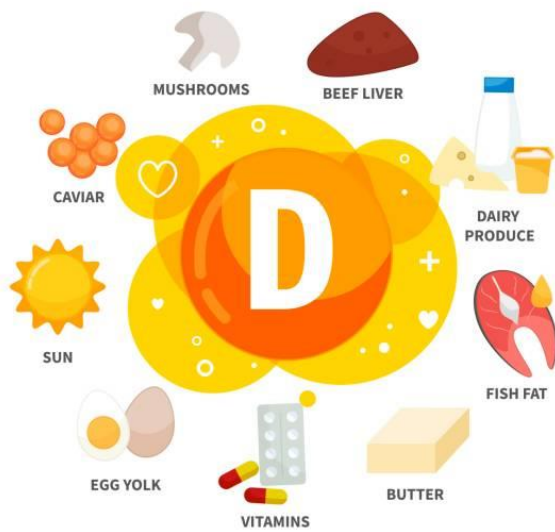
Slika 15. Najbolji izvori vitamina D (Anna's Shop, Creative market, 2018)

Na slici 15. su navedeni najbolji izvori vitamina D, prikazani crtežom i njegova je količina u svakom izvoru prikazana površinom horizontalnog stupca. Kao najbolji izvor s najvećom količinom je prikazano Sunce. Osim prehrambenih izvora, kao još jedan od izvora vitamina D, prikazani su i dodaci prehrani. Uz crtež, njihova količina nije prikazana horizontalnim stupcem, već veličina bočice i kapsula u usporedbi s hranom pokazuje da su dodaci prehrani važan izvor vitamina D jer sadržavaju veću količinu vitamina D od neke hrane.



Slika 16. Izvori vitamina D (Pinterest, 2021)

Na slici 16. je prikazana obrnuta piramida podijeljena na tri dijela, čiji je vrh okrenut prema dolje. Piramida prikazuje izvore vitamina D. U bazi obrnute piramide, koja zauzima najveću površinu, nalaze se riba kao najbolji izvor vitamina D. U sredini piramide, kao izvori s manjom količinom vitamina D nalaze se jaja, sir i krava koja predstavlja govedinu, ali i mliječne proizvode. U najmanjem dijelu piramide, koji se nalazi u podnožju obrnute piramide pri vrhu, prikazano je Sunce kao izvor vitamina D kojem smo prirodno izloženi, ali površinom naglašava da iz tog izvora se dobiva najmanja količina vitamina D.



Slika 17. Izvori vitamina D (Igdeeva A., iStock, 2019)

Na slici je prikazan vitamin D narančastom bojom i krugovima što asocira na Sunce kao jedan od izvora vitamina D i naglašena je njegova važnost pozicijom u središtu slike. Oko Sunca se nalaze prehrambeni izvori vitamina D zauzimajući jednaku površinu, što im daje jednaku važnost kao izvori vitamina D kao i Sunce.

4. ZAKLJUČAK

Globalna pandemija COVID-19 koja je proglašena u ožujku 2020. godine, traje i danas. Znanstvenici su neumorno istraživali novi nepoznati virus koji je u samo godinu i pol dana uzrokovao smrt više od 4,6 milijuna ljudi u svijetu. Otkriveno je kako kod pacijenata s COVID-19 istovremeno postoji nedostatak vitamina D. Adekvatan status vitamina D povezan je sa jačanjem imunološkog sustava, smanjenjem dužine i težine trajanja bolesti COVID-19 te boljim ishodom i oporavkom, a na njegov se status u organizmu može utjecati. Osim liječnika i farmaceuta, u pandemiji, veliku ulogu imaju i nutricionisti.

Nutricionisti su na više načina educirali javnost o održavanju zdravlja zdravih pojedinaca tijekom karantene. Posebno su naglašavali kako spriječiti deficit mikronutrijenata čiji je adekvatni status bitno održavati tijekom pandemije te su neumorno radili u zdravstvu s oboljelima od COVID-19 planirajući prehranu za oboljele s različitom težinom simptoma. Primijetili su kako je bitno da se tijekom pandemije konzumira više namirnica koje potencijalno imaju protuupalna i imunomodulacijska svojstva. Posebno je naglasak na namirnicama koje su bogati izvor vitamina D.

Prehrana koja je bogata takvim namirnicama je mediteranska prehrana. Hrvatska kao mediteranska zemlja ima dobar pristup spomenutim namirnicama i dugu tradiciju specifične pripreme istih. Hrvati su se udajili od tradicionalne mediteranske prehrane, konzumirajući veće količine prerađene i brze hrane, no novonastala situacija te boravak kod kuće s više slobodnog vremena, potaknuo je hrvatski narod da se vrati kuhanju i tradicionalnim načinima pripreme hrane. To je rezultiralo većom konzumacijom povrća i voća, mahunarki, riba i plodova mora. S obzirom na duljinu trajanja pandemije i ostanka kod kuće, moguće je da će dio ljudi zadržati navike kuhanja i konzumacije navedenih namirnica pri povratku na funkcioniranje života kao prije pandemije. Osim povoljnijeg ishoda u borbi s COVID-19, to bi moglo rezultirati i boljim zdravljem ljudi u Hrvatskoj i u svijetu te bi moglo dugoročno smanjiti stopu oboljelih od kroničnih nezaraznih bolesti.

Kako bi sve ove znanstvene činjenice prikazali javnosti na jednostavan i razumljiv način te educirali sve dobne skupine ljudi, korišteni su konceptualni modeli. Njihova raznolikost i velika brojnost u tako kratkom vremenu, pokazuje kako su upravo konceptualni modeli važan čimbenik u edukaciji populacije i činjenice da se njima služi kako bi se održavalo zdravlje opće populacije.

5. POPIS LITERATURE

AlfaOlga (2018) Vitamin D (Cholecalciferol), food sources and natural organic products with the maximum vitamin content. Depositphotos, <<https://depositphotos.com/182120928/stock-illustration-vitamin-d.html>>. Pristupljeno 8. rujna 2021.

American Lung Association (2021) Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS). American Lung Association, <<https://www.lung.org/lung-health-diseases/lung-disease-lookup/ards>>. Pristupljeno 10. rujna 2021.

Anna's Shop (2018) High vitamin D foods. Creative market, <https://creativemarket.com/Double_Brain/2798652-Vitamin-D-in-Food-Chart#fullscreen>. Pristupljeno 8. rujna 2021.

Anna's Shop (2018) Vitamin D deficiency. Creative market, <https://creativemarket.com/Double_Brain/2863822-Vitamin-D-poster>. Pristupljeno 8. rujna 2021.

Binkley N., Lensmeyer G. (2010) 25-Hydroxyvitamin D Assays and Their Clinical Utility. *Nutrition and Health*. Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-60327-303-9_19

Blažinčić A. (2019) Analiza deklaracije prehrambenog proizvoda "trafficlighths" kao konceptualnog modela. Završni rad. Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.

Definicija hrane (2021) Biološki aktivne tvari. Internetska nutricionistička enciklopedija, <<https://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/bioloski-aktivne-tvari/>> Pristupljeno 12. rujna 2021

Definicija hrane (2021) Vitamin D: Metabolizam. Internetska nutricionistička enciklopedija, <<https://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/vitamini/vitamin-d/metabolizam/>>. Pristupljeno 5. rujna 2021

Definicija hrane (2021) Resveratrol. Internetska nutricionistička enciklopedija, <<https://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/bioloski-aktivne-tvari/resveratrol/>> Pristupljeno 12. rujna 2021

Dukheva (2019) Vitamin D sources. Depositphotos. <https://depositphotos.com/240556426/stock-illustration-vitamin-d-sources-hand-drawn.html>. Pristupljeno 8. rujna 2021.

ECDC (2021) COVID-19 situation update for the EU/EEA, as of 2 September 2021. <<https://www.ecdc.europa.eu/en/cases-2019-ncov-eueea>>. Pristupljeno 6. rujna 2021.

- Eldvige S. (2021) Can Vitamin D Help Protect Against COVID-19? Nutrition, immunity and a global pandemic. Nature portfolio.
- Gajdoš Kljusurić J. (2020) Modeliranje i optimiranje u nutricionizmu. Element, Zagreb. str. 48
- Grosso G., Marventano S., Buscemi S., Scuderi A., Matalone M., Platania A., Giorgianni G., Rametta S., Nolfo F., Galvano F., Mistretta A. (2013) Factors associated with adherence to the mediterranean diet among adolescents living in Sicily, *Southern Italy*. *Nutrients* **5**:4908–23.
- Hanley D. A., Cranney A., Jones G., Whiting S. J., Leslie W. D., Cole D. E. C., Atkinson S. A., Josse R. G., Feldman S., Kline G. A., Rosen C. (2010). Vitamin D in adult health and disease: a review and guideline statement from Osteoporosis Canada. *Canadian Medical Association Journal* **182**: 610–618.
- Hojyo S., Uchida M., Tanaka K., Hasebe R., Tanaka Y., Murakami M., Hirano T. (2020) How COVID-19 induces cytokine storm with high mortality. *Inflamm. Regen* **40**: 1–7.
- Holick, M.F. (2017). The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* **18**: 153–165.
- HZJZ (2021) Činjenice o koronavirusu. <<https://www.koronavirus.hr/>>. Pristupljeno 6. rujna 2021.
- HZJZ (2021) Preporuke za sprečavanje zaraze bolešću COVID-19 u ugostiteljskim objektima u zatvorenom prostoru s terasama i bez njih te u ugostiteljskim objektima u smještajnim kapacitetima. HZJZ – Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb.
- Iddir M., Brito A., Dingo G., Fernandez Del Campo S.S., Samouda H., La Frano M.R., Bohn T. (2020) Strengthening the Immune System and Reducing Inflammation and Oxidative Stress through Diet and Nutrition: Considerations during the COVID-19 Crisis. *Nutrients* **12**:1562.
- Igdeeva A. (2019) Vitamin D. iStock <<https://www.istockphoto.com/vector/vector-poster-products-with-vitamin-d-gm1131554158-299657994>>. Pristupljeno 8. rujna 2021.
- Katz J., Yue S., Xue W. (2021) Increased risk for COVID-19 in patients with vitamin D deficiency. *Nutrition* **84**:11110
- KORONAVIRUS.HR (2021) Kako prepoznati simptome i što učiniti ako ih uočite? <<https://www.koronavirus.hr/sto-moram-znati/o-bolesti/kako-prepoznati-simptome-i-sto-uciniti-ako-ih-uocite/857>>. Pristupljeno 24. kolovoza 2021.

KORONAVIRUS.HR (2021) O bolesti. <<https://www.koronavirus.hr/o-bolesti/103>>. Pristupljeno 24. kolovoza 2021.

Laktašić Žerjavić N. (2020) COVID-19 i vitamin D – postoji li poveznica? *Medicus* **29**: 219-224

Leksikografski zavod Miroslav Krleža (2021) Vitamini. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=64892>>. Pristupljeno 4. rujna 2021.

Lemoncee (2020) Corona virus. Freepik. <https://www.freepik.com/premium-vector/flat-seamless-pattern-corona-virus-covid-19_7392389.htm>. Pristupljeno 8. rujna 2021.

Liu G., Hong T., Yang J. (2020) A Single Large Dose of Vitamin D Could be Used as a Means of Coronavirus Disease 2019 Prevention and Treatment. *Drug Des Devel Ther* **14**:3429-3434.

Malmberg P., Karlsson T., Svensson H., Lönn M., Carlsson N.G., Sandberg A.S., Jennische E., Osmancevic A., Holmäng A. (2014) A new approach to measuring vitamin D in human adipose tissue using time-of-flight secondary ion mass spectrometry: a pilot study. *J Photochem Photobiol B* **138**:295-301.

Marković K., Hruškar M., Vahčić N. (2006) Likopen u rajčici-svojstva, stabilnost i značaj u prehrani. Zagreb, Hinus.

Martinez-Gonzalez M.A., Bes-Rastrollo, M. (2014). Dietary patterns, Mediterranean diet, and cardiovascular disease. *Current Opinion in Lipidology* **25**: 20–26.

Mateljan G. (2008) Najzdravije namirnice svijeta, 1. izd., Planetopija, Profil, Udruga Split zdravi grad, str. 796-797.

Mercola J., Grant W.B., Wagner C.L. (2020) Evidence Regarding Vitamin D and Risk of COVID-19 and Its Severity. *Nutrients* **12**: 3361.

Mills S., Brown H., Wrieden W., White M., Adams J. (2017) Frequency of eating home cooked meals and potential benefits for diet and health: cross-sectional analysis of a population-based cohort study. *Int J Behav Nutr Phys Act* **14**:109.

Molina-Montes E., Uzhova I., Verardo V., Artacho R., García-Villanova B., Jesús Guerra-Hernández, E., Kapsokefalou M., Malisova O., Vlassopoulos A., Katidi A., Koroušić Seljak B., Modic R., Eftimov T., Hren I., Valenčić E., Šatalić Z., Panjkota Krbavčić I., Vranešić Bender D., Giacalone D., Bom Frøst M., Konic Ristic A., Milesevic J., Nikolic M., Kolay E., Güney M.,

Kriaucioniene V., Czlapka-Matyasik M., Bykowska-Derda A., Kujundzic E., Taljić I., Brka M., Spiroski I., Cunha Velho S., Patrícia Sousa Pinto S., Nascimento Monteiro I., Adriana Pereira J., Dolores Ruíz-López M., Rodríguez-Pérez C. (2021) Impact of COVID-19 confinement on eating behaviours across 16 European countries: the COVIDiet crossnational study, *Food Quality and Preference* **93**: 104231

MSD (2021) MSD-Medicinski priručnik dijagnostike i terapije. Placebo d.o.o. Split.

Nasiri M., Khodadadi J., Molaei S. (2021) Does vitamin D serum level affect prognosis of COVID-19 patients? *International Journal of Infectious Diseases* **107** 264-267.

Notz Q., Herrmann J., Schlesinger T., Kranke P., Sitter M., Helmer P., Stumpner J., Roeder D., Amrein K., Stoppe C., Lotz C., Meybohm P. (2021) Vitamin D deficiency in critically ill COVID-19 ARDS patients. *Clinical Nutrition*. U tisku.

Pfeifer D., Rešetar J., Gajdoš Kljusurić J., Panjkota Krbavčić I., Vranešić Bender D. Rodríguez-Pérez C., Ruíz-López M.D., Šatalic Z. (2021) Cooking at Home and Adherence to the Mediterranean Diet During the COVID-19 Confinement: The Experience From the Croatian COVIDiet Study. *Front. Nutr.* **8**:617721.

Odluka o mjerama ograničavanja društvenih okupljanja, rada u trgovini, uslužnih djelatnosti i održavanja sportskih i kulturnih događanja (2020) (NN br. 32/20)

Odluka o obustavi izvođenja nastave u visokim učilištima, srednjim i osnovnim školama te redovnog rada ustanova predškolskog odgoja i obrazovanja i uspostavi nastave na daljinu (2020) (NN br. 29/20)

Odluka o zabrani napuštanja mjesta prebivališta i stalnog boravka u RH (2020) (NN br.35/20)

OllyKava (2019) Vitamin D food sources. Depositphotos, <<https://depositphotos.com/328832636/stock-illustration-vitamin-d-food-sources.html>>. Pristupljeno 8. rujna 2021.

OUS-INFO (2021) 2020: Odluke Stožera civilne zaštite RH u 2020. godini i relevantni propisi u uvjetima epidemije koronavirusa.

Pravilnik o dodacima prehrani (2011) Narodne novine 46 (NN 46/2011)

Prijedlog zakona o izmjenama i dopunama zakona o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti, s konačnim prijedlogom zakona (2020) HRVATSKI SABOR P.Z. br. 921

Rebelmouse (2021) Why is vitamin D so important. Pinterest, <<https://in.pinterest.com/pin/265430971766383074/>> Pristupljeno 8. rujna 2021.

Ryan-Harshman M., Aldoori W. (2006) New dietary reference intakes for macronutrients and fibre. *Can Fam Physician* **52**:177-179.

Ruby J. (2021) Vitamin D sources. Nature portfolio, <<https://www.nature.com/articles/d42859-021-00052-9>> Pristupljeno 8. rujna 2021.

Sidor A., Rzymiski P. (2020) Dietary choices and habits during COVID-19 lockdown: experience from Poland. *Nutrients* **12**:1657.

Soče I. (2017) Moć vitamina D, 1. izd., Sitis, str. 45, 51-59

Štalić Z. (2017), Osnovni principi pravilne prehrane. Znanost o prehrani 1 (interna skripta), str.1-3, 5-9.

Štalić Z. (2017/18), Prehrambeni standardi i smjernice. Znanost o prehrani 1 (interna skripta), str.1-4, 6-9, 16, 24, 26-27.

Štalić Z., Sorić M., Mišigoj-Duraković M. (2016) Sportska prehrana, 1. izd., Znanje, str. 298.-302.

Štalić Z. (2017/18), Ugljikohidrati. Znanost o prehrani 1 (interna skripta), str. 37.

Šimoliūnas E., Rinkūnaitė I., Bukelskienė Ž., Bukelskienė V. (2019) Bioavailability of Different Vitamin D Oral Supplements in Laboratory Animal Model. *Medicina* **55**:265.

Tarazona-Santabalbina F., Cuadra L., Cancio J.M., Carbonell F.R., Pérez-Castejón Garrote J.M., Casas-Herrero A., Martínez-Velilla N., Serra-Rexach J.A., Formiga F. (2021) Vitamin D supplementation for the prevention and treatment of COVID-19: a position statement from the Spanish Society of Geriatrics and Gerontology. *Revista Española de Geriátría y Gerontología* **56**: 177-182.

Te Velhuis A.J.W., van den Worm S.H.E, Sims A.C., Baric R.S., Snjider E.J., van Hemert M.J. (2010) Zn²⁺ inhibits coronavirus and arterivirus RNA polymerase activity in vitro and zinc ionophores block the replication of these viruses in cell culture. *PLoS Pathog.* **6**:e1001176.

Troesch B., Hoefft B., McBurney M., Eggersdorfer M., Weber P. (2012). Dietary surveys indicate vitamin intakes below recommendations are common in representative Western countries. *British Journal of Nutrition* **108**: 692–698.

USDA (2015) USDA tablica kemijskog sastava namirnica, USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, <<https://data.nal.usda.gov/dataset/composition-foods-raw-processed-prepared-usda-national-nutrient-database-standard-referenc-4>>. Pristupljeno 11. rujna 2021

WHO (2021) Information note on COVID-19 and NCDs, WHO - World Health Organization, <www.who.int/publications/m/item/covid-19-and-ncds> Pristupljeno 6. rujna 2021.

Wiley J. and Sons Ltd (2016) Dietary reference values for vitamin D. *EFSA Journal* **14**:4547.

Wolfson J.A., Leung C.W., Richardson C.R. (2020) More frequent cooking at home is associated with higher Healthy Eating Index-2015 score. *Public Health Nutr.* **23**:2384–94.

Zabetakis I., Lordan R., Norton C., Tsoupras, A. (2020) COVID-19: The Inflammation Link and the Role of Nutrition in Potential Mitigation. *Nutrients* **12**: 1466.

Zaiets K., Padilla R., Bravo V. (2020) Can vitamin D help with symptoms of COVID-19? Possibly, it's key to helping your immune system function. US TODAY NEWS, <<https://eu.usatoday.com/in-depth/news/2020/06/09/vitamin-d-and-covid-19-could-low-vitamin-d-levels-affect-coronavirus/5274331002/>>. Pristupljeno 8. rujna 2021.

ZDRAVSTVO.GOV.HR (2021) Odluka o proglašenju epidemije COVID-19 uzrokovana virusom SARS-CoV-2.

ZZJZPGZ (2021) Pitanja i odgovori za koronu. ZZJPGZ-Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije <<https://www.zzjzpgz.hr/obavijesti/2020/Naj%C4%8De%1C5%A1%C4%87a%20pitanja%20i%20odgovori%20za%20koronu.pdf>> Pristupljeno 27. kolovoza 2021.

6. PRILOZI

Prilog 1: Jelovnik je prikazan u tri dijela zbog veličine tablice.

Jelovnik mediteranske prehrane (2200 kcal) s ciljanim unosom vitamina D

Namirnice	Masa (g)	Voda (g)	Energija (kcal)	Proteini (g)	Masti (g)	SFA (g)	MUFA (g)	PUFA (g)	Kolesterol (mg)	Ugljikohidrati (g)	Prehrambena vlakna (g)	Vitamin A (µg RAE)
Zajutrak												
Mlijeko 2% m.m., svježe	240	214.1	120.0	7.9	4.8	3.0	1.3	0.2	19.2	11.5	0.0	132.0
Kukuruzne pahuljice	45	1.4	179.6	3.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	40.0	0.5	4.5
Bademi	15	0.7	86.3	3.2	7.4	0.6	4.6	1.8	0.0	3.3	1.8	0.0
Doručak												
Sok od naranče, cijeđeni	240	211.9	108.0	1.7	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	25.0	0.5	24.0
Jaje, pečeno	80	60.9	123.2	8.5	9.3	2.7	3.9	2.2	250.4	0.5	0.0	137.6
Kruh, cjelovito zmo	50	18.5	132.5	6.7	2.1	0.4	0.4	0.9	0.0	21.7	3.7	0.0
Ručak												
Juha od gljiva	250	212.3	152.5	3.8	4.5	0.9	2.0	1.4	0.0	24.0	0.0	20.0
Riža, kuhana	200	146.2	222.0	5.2	1.8	0.4	0.7	0.6	0.0	45.9	3.6	0.0
Tikvica, svježa	200	189.6	34.0	2.4	0.6	0.2	0.0	0.2	0.0	6.2	2.0	20.0
Govedina, kuhana	70	38.5	184.1	18.9	11.5	4.8	4.9	0.4	50.4	0.0	0.0	0.0
Rajčica, svježa	150	141.8	27.0	1.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	5.8	1.8	63.0
Maslinovo ulje	10	0.0	88.4	0.0	10.0	1.4	7.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Užina												
Grožđe, crno, svježe	200	161.1	138.0	1.4	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	36.2	1.8	6.0
Jogurt, probiotik	240	211.0	146.4	8.3	7.8	5.0	2.1	0.2	31.2	11.2	0.0	64.8
Večera												
Losos, pečen	80	52.3	147.2	21.9	6.0	1.3	2.2	2.0	45.6	0.0	0.0	25.6
Blitva, kuhana	200	177.9	68.0	8.0	1.7	0.3	0.0	0.7	0.0	9.6	7.4	1206.0
Krumpir, kuhan	150	116.7	117.0	4.3	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	25.8	5.0	0.0
Maslinovo ulje	10	0.0	88.4	0.0	10.0	1.4	7.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Sok od naranče, cijeđeni	240	211.9	108.0	1.7	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	25.0	0.5	24.0
SUMA	2670	2166.6	2270.5	108.8	79.5	22.6	36.9	13.3	396.8	291.6	28.5	1727.5

Retinol (µg)	β-karoten (µg)	Likopen (µg)	Lutein+z eaksanti n (µg)	Vitamin D (µg)	Vitamin E (mg)	Vitamin K (µg)	Tiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg)	Pantoten ska kiselina (mg)	Vitamin B ₆ (mg)	Folat (µg)
132.0	9.6	0.0	0.0	2.9	0.1	0.5	0.1	0.4	0.2	0.9	0.1	12.0
0.0	41.9	0.0	585.0	1.6	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	14.4
0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	3.9	0.0	0.0	0.2	0.5	0.1	0.0	7.5
0.0	79.2	0.0	276.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	1.0	0.5	0.1	72.0
135.2	22.4	0.0	338.4	1.4	1.0	3.6	0.0	0.3	0.1	1.0	0.1	31.2
0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.2	0.7	0.1	0.1	2.0	0.2	0.1	37.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	1.8	0.3	0.4	12.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2	0.2	0.1	3.1	0.6	0.3	8.0
0.0	240.0	0.0	4250.0	0.0	0.2	8.6	0.1	0.2	0.9	0.4	0.3	48.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	0.1	0.1	3.1	0.3	0.2	6.3
0.0	673.5	3859.5	184.5	0.0	0.8	11.9	0.1	0.0	0.9	0.1	0.1	22.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	78.0	0.0	144.0	0.0	0.4	29.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	4.0
64.8	12.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.5	0.1	0.3	0.2	0.9	0.1	16.8
25.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	6.2	0.7	0.4	7.2
0.0	14474.0	0.0	31380.0	0.0	7.1	1081.4	0.2	0.4	0.9	0.2	0.3	242.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	0.5	0.4	15.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	79.2	0.0	276.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	1.0	0.5	0.1	72.0
357.6	15709.9	3859.5	37481.1	6.1	17.5	1151.9	1.7	2.8	24.1	7.1	3.2	628.9

Kolin (mg)	Vitamin B ₁₂ (µg)	Vitamin C (mg)	Kalcij (mg)	Željezo (mg)	Magnezij (mg)	Fosfor (mg)	Cink (mg)	Bakar (mg)	Mangan (mg)	Selen (µg)	Kalij (mg)	Natrij (mg)
39.4	1.3	0.5	288.0	0.0	26.4	220.8	1.2	0.0	0.0	6.0	336.0	112.8
1.4	0.0	0.0	19.4	1.0	5.9	22.1	0.1	0.0	0.0	2.3	32.9	4.5
7.8	0.0	0.0	39.6	0.6	40.2	72.6	0.5	0.1	0.3	0.4	105.8	0.2
14.9	0.0	120.0	26.4	0.5	26.4	40.8	0.1	0.1	0.0	0.2	480.0	2.4
198.1	0.6	0.0	38.4	1.2	8.8	133.6	0.9	0.1	0.0	20.6	93.6	124.0
13.3	0.0	0.1	51.5	1.3	39.0	114.0	0.9	0.1	1.0	16.5	115.0	210.0
0.0	0.0	0.0	25.0	1.0	17.5	125.0	1.0	0.4	0.3	0.0	190.0	1432.5
18.4	0.0	0.0	20.0	0.8	86.0	166.0	1.3	0.2	1.8	19.6	86.0	10.0
19.0	0.0	35.8	32.0	0.7	36.0	76.0	0.6	0.1	0.4	0.4	522.0	16.0
0.0	2.3	0.0	4.2	2.3	16.1	179.2	4.0	0.1	0.0	21.3	235.9	49.0
10.1	0.0	20.6	15.0	0.4	16.5	36.0	0.3	0.1	0.2	0.0	355.5	7.5
0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
11.2	0.0	6.4	20.0	0.7	14.0	40.0	0.1	0.3	0.1	0.2	382.0	4.0
36.5	0.9	1.2	290.4	0.1	28.8	228.0	1.4	0.0	0.0	5.3	372.0	110.4
0.0	3.6	0.8	36.8	0.6	28.0	238.4	0.4	0.1	0.0	37.0	364.0	42.4
49.6	0.0	4.4	306.0	3.9	164.0	100.0	1.0	0.3	1.4	11.0	604.0	194.0
0.0	0.0	7.8	67.5	9.1	45.0	81.0	0.7	1.3	2.0	0.5	610.5	21.0
0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
14.9	0.0	120.0	26.4	0.5	26.4	40.8	0.1	0.1	0.0	0.2	480.0	2.4
434.4	8.7	317.5	1306.8	24.9	625.0	1914.3	14.5	3.5	7.7	141.4	5365.3	2343.5

Prilog 2. Misija vitamina D (Creative market, 2021)

VITAMIN D MISSION

Vitamin D IS NEEDED FOR NORMAL GROWTH AND BONE DEVELOPMENT

VITAMIN D DEFICIENCY IS A GLOBAL PANDEMIC!

Advice CHILDREN UNDER 5 SHOULD TAKE A VITAMIN D SUPPLEMENT

6 month to 5 years need 7 micrograms of vitamin D a day (equivalent to at least 5 eggs!)

KNOWN AS THE SUNSHINE VITAMIN, VITAMIN D IS PRODUCED BY THE BODY IN RESPONSE TO SKIN BEING EXPOSED TO SUNLIGHT.

ONGOING RESEARCH SHOWS THAT VITAMIN D CAN HELP:

- IMMUNE IMPAIRMENT
- JOINT PAIN
- MOOD SWINGS
- MUSCLE WEAKNESS

SALMON & OTHER OILY FISH, LIVER & EGGS ARE BIG IN VITAMIN D, BUT BECAUSE OF QUANTITIES NEEDED, IT'S HARD TO GET ENOUGH FROM FOOD.

SALMON MACKEREL EGGS SARDINES CAVIAR

VITAMIN D LEVEL (NMOL/L)

- > 75
- 50-74
- 25-49

Prilog 3. Izvori vitamina D (Zaiets i sur., USA TODAY, 2020)



Prilog 4. Infografika vitamina D prikazuje strukturnu formulu vitamina D, područja djelovanja vitamina D u ljudskom organizmu, izvore vitamina D i količine vitamina D u određenim prehrambenim izvorima (AlfaOlga, depositphoto, 2018)



Prilog 5. Prehrambeni izvori vitamina D (OllyKava, depositphoto, 2019)



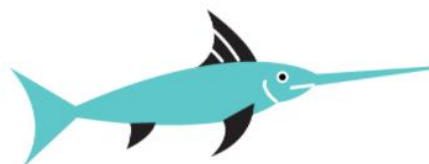
Prilog 6. Izvori vitamina D (Dukheva, 2018)



Prilog 7. Prehrambeni izvori vitamina D, količine serviranja i količine vitamina D u pojedinom izvoru (Zaiets i sur., USA TODAY, 2020)



Cod liver oil
(1 tbs)
1360 IUs



Swordfish, cooked
(3oz)
566 IUs



Salmon
(sockeye)
cooked (3oz)
447 IUs



Milk¹
(1 cup)
115-124 IUs



Orange juice¹
(1 cup)
137 IUs



Tuna, canned
in water,
drained (3oz)
154 IUs



Yogurt¹
(6oz)
80 IUs



Sardines, canned in oil,
drained (2 sardines)
46 IUs



Cereal¹ (1 cup)
40 IUs



Liver, beef,
cooked (3oz)
42 IUs



Egg yolk (1 lg)
41 IUs



Cheese, Swiss
(1oz)
6 IUs

1 — fortified with vitamin D

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Kristina Marčec