

# Primjena konceptualnih modela za nutritivnu edukaciju trudnice s popremećajem rada štitnjače

---

Foršt, Lara

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:382439>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-24**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Lara Foršt  
0058220570**

**PRIMJENA KONCEPTUALNIH MODELA ZA NUTRITIVNU EDUKACIJU  
TRUDNICE S POREMEĆAJEM RADA ŠTITNJAČE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Modeliranje i optimiranje u nutricionizmu

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

**Zagreb, 2024.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam

Zavod za procesno inženjerstvo  
Laboratorij za mjerenje, regulaciju i automatizaciju

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

### PRIMJENA KONCEPTUALNIH MODELA ZA NUTRITIVNU EDUKACIJU TRUDNICE S POPREMEĆAJEM RADA ŠTITNJAČE

Lara Foršt, 0058220570

#### Sažetak:

Štitnjača je vitalna endokrina žlijezda koja ima ključnu ulogu u regulaciji bazalnog metabolizma lučenjem hormona štitnjače. Smanjeno ili povećano lučenje hormona može dovesti do različitih poremećaja čiji simptomi variraju od blagih do vrlo ozbiljnih, pa čak i po život opasnih. Bolesti štitnjače su drugi najčešći endokrini poremećaj u trudnoći te je stoga neophodna liječnička intervencija već pri javljanju prvih simptoma bolesti, kao i česta mjerenja razine hormona kako bi se zdravlje majke i fetusa držalo u optimalnim granicama te kako bi se bolest eventualno spriječila prije nastanka ozbiljnih simptoma. Određeni nutrijenti, kao što su jod, selen, cink, željezo i određeni vitamini dokazali su se korisnima u usporavanju tijeka bolesti. Konceptualni model je jednostavna metoda širenja informacija o određenoj temi. Konceptualni modeli na temu trudnoće, štitnjače i prehrane u prehrambenom savjetovanju pacijenata su alat koji se koristi u dijagnozi, razumijevanju promjena i u edukaciji te je u ovome radu dan osnovni pregled tih modela i njihovo uvođenje u nutricionističku praksu.

**Ključne riječi:** poremećaj rada štitnjače, prehrana, trudnoća, konceptualni model

**Rad sadrži:** 32 stranice, 8 slika, 3 tablice, 43 literaturnih navoda, 3 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

**Datum obrane:**

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

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

Department of process engineering  
Laboratory for measurement, control and automatisisation

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition

### APPLICATION OF CONCEPTUAL MODELS FOR NUTRITIONAL EDUCATION PREGNANT WOMEN WITH THYROID DISORDER

Lara Foršt, 0058220570

#### **Abstract:**

The thyroid gland is a vital endocrine gland that plays a key role in the regulation of basal metabolism by secreting thyroid hormones. Reduced or increased secretion of hormones can lead to various disorders whose symptoms vary from mild to very serious and even life-threatening. Thyroid diseases are the second most common endocrine disorder in pregnancy, and therefore medical intervention is necessary at the first symptoms of the disease, as well as frequent measurements of hormone levels in order to keep the health of the mother and fetus within optimal limits and to possibly prevent the disease before the appearance of serious symptoms. Certain nutrients, such as iodine, selenium, zinc, iron and certain vitamins have been shown to be beneficial in slowing the progression of the disease. A conceptual model is a simple method of disseminating information about a certain topic. Conceptual models on the topic of pregnancy, thyroid and nutrition in nutritional counselling of patients are a tool used in diagnosis, understanding changes and in education, and this thesis gives a basic overview of these models and their introduction into nutritional practice.

**Keywords:** thyroid disorder, nutrition, pregnancy, conceptual models

**Thesis contains:** 32 pages, 8 figures, 3 tables, 43 references, 3 supplements

**Original in:** Croatian

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić

**Thesis defended:**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	1
2.1. GRAĐA ŠTITNJAČE .....	2
2.2. FIZIOLOGIJA RADA ŠTITNJAČE .....	3
2.2.1. SINTEZA HORMONA.....	3
2.2.2. REGULACIJA HORMONA .....	5
2.3. POREMEĆAJ RADA ŠTITNJAČE.....	5
2.3.1. HIPOTIREOZA.....	6
2.3.2. HIPERTIREOZA.....	7
2.4. TRUDNOĆA I POREMEĆAJ RADA ŠTITNJAČE.....	8
2.4.1. DIJAGNOSTIKA.....	10
2.4.2. TERAPIJA .....	11
2.4.3. RAZLIKE U KONCENTRACIJAMA HORMONA U TRUDNICA .....	13
2.5. UTJECAJ MIKRONUTRIJENATA NA FUNKCIJU ŠTITNJAČE .....	15
2.5.1. JOD .....	16
2.5.2. SELEN .....	16
2.5.3. CINK.....	17
2.5.4. ŽELJEZO.....	17
2.5.5. VITAMINI .....	18
2.6. PREHRANA PRILAGOĐENA POREMEĆAJIMA RADA ŠTITNJAČE .....	18
2.7. TEORIJSKA OSNOVA KONCEPTUALNOG MODELIRANJA.....	18
2.8. PRIMJENA KONCEPTUALNOG MODELIRANJA U PREHRAMBENOM SAVJETOVANJU KOD POREMEĆAJA RADA ŠTITNJAČE .....	22
3. ZAKLJUČCI.....	28
4. POPIS LITERATURE .....	29

## 1. UVOD

Zdravlje štitne žlijezde (štitnjače) ključna je komponenta dobrobiti majke i fetusa tijekom trudnoće. Štitnjača je vitalna endokrina žlijezda, smještena u prednjem području vrata. Ima glavnu ulogu u regulaciji mnogih metaboličkih procesa, uključujući rast i potrošnju energije. Pomaže regulirati mnoge tjelesne funkcije stalnim otpuštanjem određene količine hormona štitnjače u krvotok (NIH, 2021).

Trudnoća izaziva značajne promjene u endokrinom sustavu, što posljedično dovodi i do promjena u proizvodnji hormona štitnjače i metabolizmu. Tijekom trudnoće, potražnja za tim hormonima značajno se povećava kako bi se podržale fiziološke potrebe majke i fetusa u razvoju. Ta ravnoteža naglašava važnost optimalne funkcije štitnjače u osiguravanju povoljnih ishoda trudnoće. Promjene u endokrinom sustavu bitne su za fetalni neurorazvoj i rast, osobito tijekom prvog tromjesečja kada je fetus u potpunosti ovisan o majčinih hormonima štitnjače. Svako odstupanje od normalne funkcije štitnjače, poput hipotireoze ili hipertireoze, može imati ozbiljne posljedice i za majku i za dijete.

Hipotireoza, koju karakterizira nedovoljna proizvodnja hormona štitnjače, može rezultirati komplikacijama kao što su preeklampsija ili opasni porast krvnog tlaka u kasnoj trudnoći, gestacijska hipertenzija i prijevremeni porod. Nasuprot tome, hipertireoza, obilježena prekomjernom razinom hormona štitnjače, može dovesti do stanja poput pobačaja, niske porodne mase i prijevremenog poroda (NIDDK, 2017). Određeni nutrijenti prisutni u hrani mogu imati značajnu ulogu u kontroli hipotireoze i hipertireoze jer njihov nedostatak ili suvišak može potaknuti ili pojačati simptome bolesti, s toga je razumijevanje međudjelovanja zdravlja štitnjače, pravilne prehrane i trudnoće presudno za razvoj opsežnih zdravstvenih protokola koji poboljšavaju zdravlje majke i fetusa.

Jod je vrlo bitan element u tragovima koji se apsorbira u tankom crijevu. Sastavni je dio trijodtironina i tiroksina (T3 i T4). Izvori joda uključuju jodiranu kuhinjsku sol, plodove mora, morske alge i povrće. Smanjeni unos joda može uzrokovati nedostatak joda i smanjenu sintezu hormona štitnjače, što posljedično može uzrokovati kretinizam, gušavost, miksedemsku komu i hipotireozu (Bath, 2024).

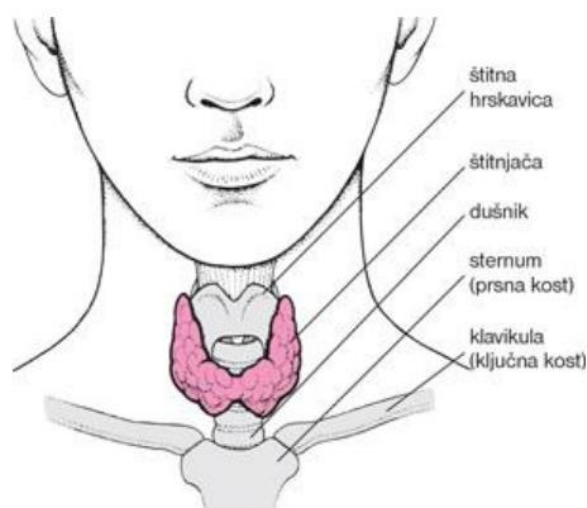
Razjašnjavanjem funkcije štitnjače i njezinih poremećaja tijekom trudnoće, nastoji se pridonijeti optimizaciji prenatalne skrbi i prevenciji nepovoljnih ishoda trudnoće povezanih s disfunkcijom štitnjače. U prijenosu općih informacija vezanih za bolesti uz navođenje jasnih smjernica (često i prehrambenih preporuka), uspješno se koriste konceptualni modeli i/ili infografike. Upravo stoga je u ovom radu cilj istražiti kako prilagoditi opće infografike o poremećaju rada štitnjače s specifičnim stanjem žene, kao što je trudnoća.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. GRAĐA ŠTITNJAČE

Štitnjača je vitalna endokrina žlijezda u obliku leptira koja se nalazi u donjem dijelu vrata. Nalazi se u prednjem i bočnim dijelovima dušnika, inferiorno u odnosu na grkljan. Ima značajnu ulogu u regulaciji bazalnog metabolizma (eng. *basal metabolic rate*, BMR), stimulira somatski i psihički rast, te ima vitalnu ulogu u metabolizmu kalcija (NIH, 2022).

Prosječna veličina štitnjače je 5 cm u visinu, 5 cm u širinu te je prosječna masa u odraslih 20-30 g, s neznatno većim štitnjačama u žena, dok je u novorođenčadi teška tek 2-3 g (Ivančević, 2008). Sastavljena je od dva režnja koji su međusobno povezani središnjim suženim dijelom (slika 1). Zbog jače razvijenih pobočnih dijelova i tankoga središnjeg dijela, štitna žlijezda ima oblik slova H.

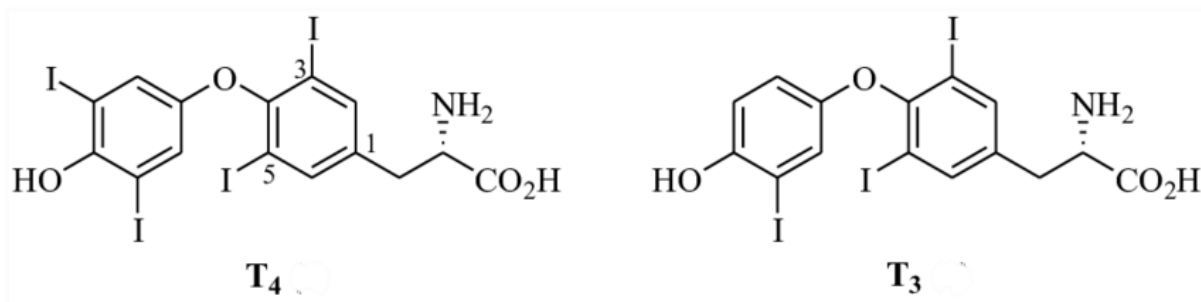


**Slika 1.** Anatomski smještaj štitnjače (Ivančević, 2008)

Mikroskopski, štitna žlijezda građena je od folikula, unutar kojih se nalazi stjenka izgrađena od jednog sloja stanica. Štitnjača se sastoji od dvije vrste stanica, folikularnih i parafolikularnih stanica. Folikularne stanice su ispunjene koloidom, bjelančevinastom viskoznom izlučevinom. Koloid sadrži hormone štitne žlijezde trijodtironin (T3) i tiroksin (T4), koji su odgovorni za regulaciju staničnog metabolizma (slika 2).

Njihov nedostatak uzrokuje usporavanje bazalnog metabolizma (Mošnja, 2017).

Parafolikularni stanice, također poznate kao C-stanice, izlučuju hormon kalcitonin, hormon odgovoran za regulaciju kalcija (Chiasera, 2013).



**Slika 2.** Kemijska struktura hormona tiroksin (T4) i trijodtironin (T3) (de Castro i sur., 2015)

## 2.2. FIZIOLOGIJA RADA ŠTITNJAČE

Potpuni izostanak lučenja hormona štitnjače uzrokuje smanjenje bazalnog metabolizma za 40 do 50% ispod normalne vrijednosti. Enormno lučenje spomenutih hormona može povećati intenzitet bazalnog metabolizma od 60 do 100% iznad normalnih vrijednosti (Radojković, 2016).

### 2.2.1. SINTEZA HORMONA

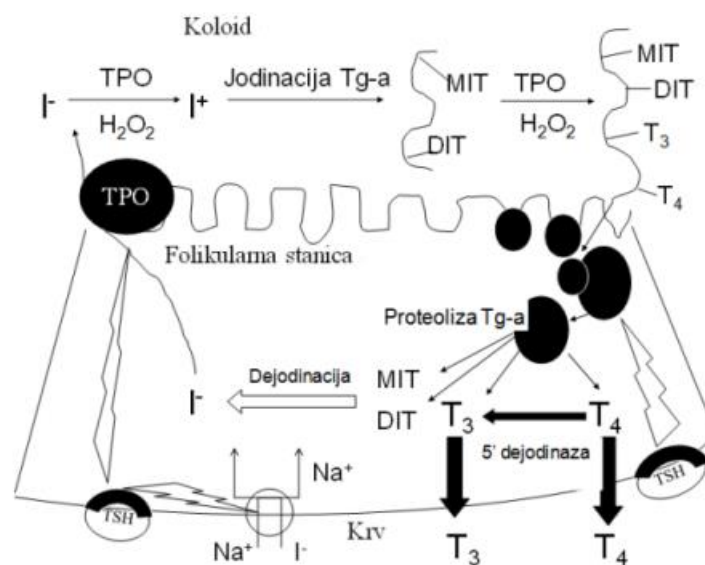
Hormoni štitnjače imaju glavnu ulogu u razvoju i održavanju funkcije mnogih organa. Općenito, dva spoja, T3 i T4 se smatraju hormonima štitnjače, međutim, još se jedan spoj, nazvan reverzni T3 (rT3), također izlučuje iz štitnjače. Osnovna molekularna struktura sastoji se od dva jodirana benzenska prstena povezana eterskom vezom. T4 je glavni hormon koji luči štitna žlijezda, dok ostali hormoni uglavnom nastaju deionizacijom T4 u ekstratireoidna tkiva. Omjer lučenja T4:T3:rT3 iz štitne žlijezde je približno 100:5:2,5 (Belfiore i LeRoith, 2018).

Sinteza hormona štitnjače počinje unosom jodida iz krvi u folikularne stanice putem natrij/jod simportera. Jodna pumpa omogućava aktivni transport joda iz krvi u unutrašnjost folikularnih stanica. Kod normalne funkcije štitnjače,  $\text{Na}^+/\text{I}^-$  simporter može koncentrirati jod 20 do 50 puta više u odnosu na koncentraciju u krvnom serumu. Ionski nosač pendrin prenosi jodid iz stanica u lumen folikula kroz apikalnu membranu, gdje se jod oksidira u oblik  $\text{I}^+$  uz pomoć tiroidne peroksidaze (TPO) i prisutnost vodikovog peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

Oksidirani jod se zatim veže na tirozinske ostatke na tireoglobulinu (Tg), proces poznat kao organifikacija, koju katalizira tiroidna peroksidaza smještena u apikalnoj membrani stanice. Sintezu tiroidne peroksidaze i stvaranje vodikovog peroksida regulira tireotropin (TSH). Nakon organifikacije nastaju monojodtirozin (MIT) i dijodotirozin (DIT), koji se spajanjem uz pomoć



tiroidne peroksidaze pretvaraju u trijodtironin ( $T_3$ ) i tiroksin ( $T_4$ ). Oko trećina joda postaje sastavni dio  $T_4$  i  $T_3$ , dok ostatak ostaje u MIT-u i DIT-u. Nakon završetka jodinacije i spajanja jodtironina u jodotironine, Tg se pohranjuje u koloidu, gdje služi kao spremište hormona štitnjače, koje može zadovoljiti potrebe organizma za hormonima do tri mjeseca. Lučenje  $T_4$  i  $T_3$  u krvotok započinje povratkom Tg iz lumena folikula u tireocite putem pinocitoze, potaknute TSH-om. Kad Tg uđe u stanicu, vezuje se za lizosom koji sadrži proteaze, stvarajući fagolizosom koji migrira prema bazalnom dijelu tireocita, gdje se odvija proteoliza, tj. razgradnja Tg. Razgradnja Tg na manje dijelove prethodi oslobađanju  $T_4$  i  $T_3$  u krv, dok se manji dio  $T_4$  dejodinacijom u štitnjači pretvara u  $T_3$ . (slika 3) (Prpić, 2021).

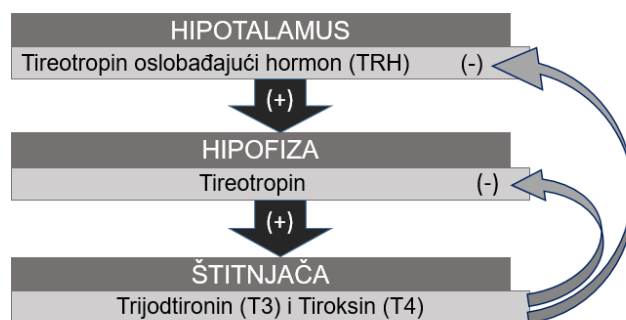


**Slika 3.** Sinteza hormona štitnjače (Prpić, 2021)

Enzimskim spajanjem MIT i DIT stvara se tireoglobulin koji ima važnu ulogu u sintezi  $T_3$  i  $T_4$  koji se oslobađaju iz folikularne stanice radi skladištenja u koloid. To služi kao skladište hormona štitnjače. Nakon stimulacije od strane TSH, folikularne stanice zahvaćaju kapljice koloida i probavljaju ih proteaze, pri čemu se oslobađaju  $T_3$ ,  $T_4$ , MIT i DIT. Molekule MIT i DIT su brzo se deioniziraju i njihov se jod ponovno koristi za naknadnu sintezu hormona.  $T_3$  i  $T_4$  su otporni na deionizaciju i izlučuju se iz folikularnih stanica u krv (Chiasera, 2013).

## 2.2.2. REGULACIJA HORMONA

Štitnjača, kao i druge žlijezde endokrinog sustava, kontrolira se putem sustava povratne sprege koji uključuje hipotalamus, hipofizu i ciljnu žlijezdu (u ovom slučaju štitnjača). Odnos između hipotalamusa, hipofize i štitne žlijezde je naziva se HPT os. Hipotalamus je odgovoran za proizvodnju tireotropin-oslobađajućeg hormona (TRH), tripeptid koji se luči u venski sustav koji se ulijeva u hipofizu. U hipofizi, TRH se veže na receptore u tiroidnim stanicama uzrokujući proizvodnju i hormona koji stimulira lučenje hormona štitnjače, poznat i kao TSH. Hormon koji stimulira štitnjaču veže se na TSH receptore u folikularnim stanicama štitnjače uzrokujući proizvodnju i lučenje hormona štitnjače. Kao i kod svih endokrinih žlijezda, štitnjača pokazuje i negativne i pozitivne sustave povratne sprege; međutim sustav negativne povratne sprege prevladava. U negativnoj povratnoj sprezi, hormoni koje proizvodi štitnjača negativno se vraćaju u hipotalamus i hipofizu kako bi odgodili proizvodnju hormona štitnjače (slika 4). Ova negativna povratna sprega je u konačnici odgovorna za održavanje relativno stalne razine cirkulirajućih hormona (Chiasera, 2013).



**Slika 4.** HPT os za štitnu žlijezdu koja pokazuje pozitivnu (+) i negativnu (-) povratnu spregu (Chiasera, 2013)

## 2.3. POREMEĆAJ RADA ŠTITNJAČE

Bolesti i poremećaji štitnjače mogu varirati od male, bezopasne guše (povećane žlijezde) koju nije potrebno liječiti, do po život opasnog raka. Najčešći problemi sa štitnjačom uključuju abnormalnu proizvodnju hormona štitnjače. Previše hormona štitnjače dovodi do stanja poznatog kao hipertireoza, dok neadekvatna proizvodnja hormona dovodi do hipotireoze. Ovi poremećaji dalje se kategoriziraju prema endokrinoj žlijezdi zbog čega se očituje daljnja kategorizacija poremećaja kao primarni, sekundarni, odnosno tercijarni. Bolesti kategorizirane

kao primarne nastaju zbog poremećaja štitnjače, dok one kategorizirane kao sekundarne ili tercijarne proizlaze iz oštećenja na hipofizi, odnosno hipotalamusu. Osim toga, zbog napretka u visoko osjetljivim testovima za otkrivanje hormona koji stimulira štitnjaču, poremećaji se također mogu kategorizirati kao očiti ili subklinički. Subklinički poremećaji su prepoznati prije nego što se znakovi i simptomi pojave u pacijenta i prije nego što su razine hormona štitnjače nenormalne. Jedina abnormalnost koja se vidi u subkliničkim poremećajima je abnormalnost u vrijednostima TSH. Razine hormona štitnjače će u tim slučajevima biti normalne (Chiasera, 2013).

Autoimune bolesti štitnjače (AITD) spadaju među jedne od najraširenijih bolesti specifične za organe, a najčešće uključuju Hashimoto tireoiditis (HT) i Gravesovu bolest (GD). HT i GD su glavni uzroci pojave hipotireoze i hipertireoze (Prpić, 2021).

### **2.3.1. HIPOTIREOZA**

Hipotireoza je kronična bolest koja nastaje zbog manjka hormona štitnjače T3 i T4. Postupak njezine dijagnoze prikazan je u prilogu 1. Može se klasificirati kao primarna (zbog nedostatka hormona štitnjače), sekundarna (zbog nedostatka TSH), tercijarna (zbog nedostatka hormona koji oslobađa tireotropin) i periferna (ekstratireoidna). Središnja hipotireoza (uključujući i sekundarnu i tercijarnu) i periferna hipotireoza su rijetki i čine manje od 1% slučajeva, dok primarnu hipotireozu uzrokovanu insuficijencijom štitnjače ima više od 99% oboljelih (Chaker i sur., 2017).

Uzroci primarne hipotireoze mogu biti: manjak joda u hrani koji uzrokuje endemsku gušu, zatim Hashimotov tireoiditis - autoimuna bolest kod koje propada tkivo štitnjače zbog prisutnosti antitireoidnih antitijela. Osim toga, uzrok može biti subakutni i postpartalni tireoiditis te uklanjanje štitnjače kirurškim putem ili radioaktivnim jodom (Vidaković, 2017).

Središnja hipotireoza može biti sekundarna pri čemu je uzrok bolesti u hipofizi ili tercijarna pri čemu je uzrok bolesti u hipotalamusu.

Periferna hipotireoza obuhvaća široku skupinu poremećaja koji smanjuju učinkovitost hormona štitnjače kroz izmijenjen metabolizam i transport hormona kroz membranu.

Hipotireoza može zahvatiti gotovo sve organe u tijelu i zbog toga uzrokovati širok spektar simptoma. Težina bolesti varira od subkliničke hipotireoze do životno ugrožavajuće miksedemske kome. U većini slučajeva početak bolesti je podmukao, a simptomi mogu biti nespecifični i javiti se tek u kasnijoj fazi bolesti (Ercegovac, 2024).

Klinička slika hipotireoze imitira mnoge bolesti te prisutnost simptoma bez laboratorijske potvrde bolesti ima nisku osjetljivost i nisku pozitivnu prediktivnu vrijednost. Dijagnoza hipotireoze postavlja se na temelju laboratorijskih testova od kojih je određivanje serumskog TSH najpouzdaniji test za procjenu funkcije štitnjače ako je isključen poremećaj hipofize. Povišena vrijednost TSH upućuje na hipotireozu, razina T4 ili slobodnog tiroksina (fT4) govori radi li se o manifestnoj hipotireozu ili subkliničkoj hipotireozu u kojoj je vrijednost fT4 normalna. Referentne vrijednosti TSH razlikuju se ovisno o dobi, spolu i etnicitetu pacijenta i iznose između 0,4 – 4,5 mIU/L (Ercegovac, 2024).

### **2.3.2. HIPERTIREOZA**

Hipertireoza se definira kao neprimjereno visoka sinteza i/ili lučenje hormona štitnjače iz štitne žlijezde. Karakterizira je normalan ili visok unos radioaktivnog joda (tireotoksikoza s hipertireozom ili prava hipertireoza). Tireotoksikoza je kliničko stanje gdje učinak viška hormona štitnjače na tkiva uzrokuje sustavne kliničke manifestacije (Doubleday i Sippel, 2020). Prema dijagramu toka koji predstavlja evaluaciju tireotoksikoze (prilog 2), može se potvrditi ili isključiti destruktivni tireoiditis.

Tireotoksikoza bez hipertireoze uzrokovana je ekstratireoidnim izvorima hormona štitnjače ili oslobađanjem prethodno formiranih hormona štitnjače u cirkulaciju s niskom unosom radioaktivnog joda.

Hipertireoza može biti očita ili subklinička. Očita hipertireoza karakterizirana je niskim koncentracijama hormona koji stimulira štitnjaču (TSH) u serumu i povišenim koncentracijama hormona štitnjače u serumu: tiroksina (T4), trijodtironin (T3) ili oboje. Subkliničku hipertireozu karakterizira nizak serumski TSH, ali normalne koncentracije T4 i T3 u serumu (De Leo i sur., 2016). Puni nazivi skraćenica korištenih u ovom radu su dane u prilogu 3.

Kliničke manifestacije variraju ovisno o nekoliko čimbenika, kao što su dob i spol pacijenta, komorbiditeti, trajanje bolesti i uzrok. Kod starijih pacijenata javljaju se manje izraženi simptomi u odnosu na simptome kod mlađih pacijenata, ali postoji veća vjerojatnost od razvitka kardiovaskularnih bolesti, sa zastojem srca kao glavnim rizikom.

U usporedbi s osobama starijim od 60 godina sa zdravom štitnjačom, oni koji imaju hipertireozu imaju tri puta veći rizik od fibrilacije atrijske. Fibrilacija atrijske je poremećaj srčanog ritma koji nastaje u atrijskoj i uzrokuje nepravilan i često ubrzan ritam. Zbog nepravilne i ubrzane aktivacije atrijske dolazi do izostanka kontrakcije što uzrokuje usporavanje, pa čak i zastoj protoka krvi (EHRA, 2019).

Još jedna ozbiljna komplikacija povezana s hipertireozom je tireotoksična periodična paraliza. Karakterizira ga trijas mišićne paralize, akutna hipokalemija i tireotoksikoza, a uzrokovana je pomakom kalija u mišićne stanice. To je reverzibilno stanje koje se može liječiti nadoknadom kalija i normalizacijom hormona štitnjače (Siddamreddy i Dandu, 2023). U tablici 1 navedeni su uobičajeni znakovi i simptomi koji se javljaju kod hipotireoze i hipertireoze.

**Tablica 1.** Uobičajeni znakovi i simptomi kod hipotireoze i hipertireoze (Chiasera, 2013)

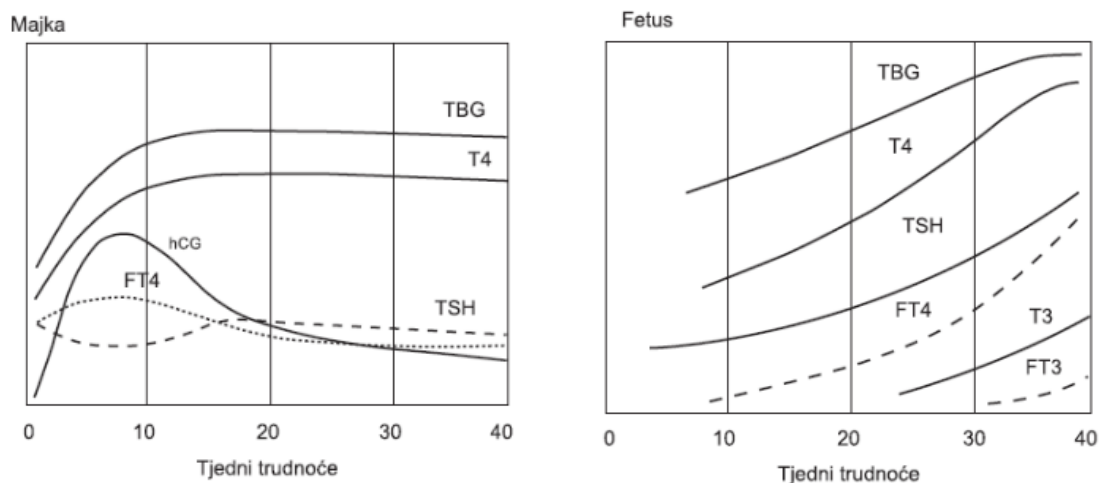
<b>HIPOTIREOZA</b>	<b>HIPERTIREOZA</b>
Netolerancija na hladnoću	Netolerancija na toplinu
Suha koža	Crvenilo na koži
Letargija	Povećanje apetita
Generalizirana slabost	Propadanje mišića
Povećanje tjelesne mase	Gubitak tjelesne mase
	Lupanje srca
Bradikardija	Tahikardija
Apatija	Nemir
Mentalna tromost	Nervoza
Mentalna retardacija	Umor
Zatvor	Učestalije pražnjenje crijeva
Povećanje srca	Kratkoća daha

## **2.4. TRUDNOĆA I POREMEĆAJ RADA ŠTITNJAČE**

Bolesti štitnjače drugi su najčešći endokrini poremećaji u trudnoći nakon dijabetesa. Bolest štitnjače predstavlja značajan izazov za fiziologiju trudnica i ima značajne posljedice ne samo za majku, već i za fetus.

Istraživanja pokazuju da se tijekom trudnoće veličina štitnjače povećava za otprilike 10% u zemljama s odgovarajućim zalihama joda i za otprilike 20% do 40% u zemljama s nedostatkom joda. Tijekom trudnoće, povećana koncentracija tiroksin vezujućeg globulina (TBG) rezultira povećanjem sinteze hormona štitnjače za 50% i rastom ukupne koncentracije hormona štitnjače u serumu, dok se koncentracija slobodnih hormona štitnjače istovremeno smanjuje. Postupno povećanje serumskih koncentracija TBG, glavnog transportnog proteina tireoidnih hormona, uzrokovano je visokim koncentracijama estrogena. Zbog toga se povećava

koncentracija vezanih, biološki neaktivnih oblika T3 i T4 u krvi (Udovičić, 2020) što je vidljivo i u slici 5 (Đelmiš, 2018) što je povezano s promjenama hormona štitnjače u fetusa. Fetalna štitnjača, između 10.-12. tjedna razvija sposobnost koncentracije joda i sinteze hormona, kada kod trudnice dolazi do promjena koncentracija te su ukupni T4 i T3 1,5 puta viši kod trudnica u odnosu na ženu izvan trudnoće (Đelmiš, 2018).



**Slika 5.** Promjene hormona štitnjače u trudnice i fetusa (prema Đelmiš, 2018)

Poremećaj rada štitnjače u trudnica, uključujući hipotireozu i hipertireozu, zahtijeva pažljivo praćenje simptoma, učestala mjerenja koncentracija hormona i liječenje prema potrebi. Povremeno se trudnoća može zakomplicirati čvorovima na štitnjači i rakom štitnjače koji zahtijevaju hitnu daljnju intervenciju (Singh i Sandhu, 2023). Promjene u koncentraciji TBG-a događaju se rano u trudnoći, a koncentracija mu se udvostruči između 16. i 20. tjedna trudnoće (Ercegovac, 2024).

Na početku trudnoće, maternica, a kasnije i posteljica, sadrže visoke razine dejodinaze tipa 3, enzima koji pretvara tiroksin i trijodtironin u njihove neaktivne oblike. Tijekom trudnoće raste koncentracija humanog korionskog gonadotropina (hCG). Ovaj hormon je strukturno sličan TSH, pa zbog te sličnosti, hCG aktivira TSH-receptore u folikularnim stanicama štitnjače, što uzrokuje povećanje razine cirkulirajućih i slobodnih hormona T3 i T4. Kao rezultat, mehanizmom negativne povratne sprege, smanjuje se lučenje TSH-a u hipofizi. Ove promjene su najizraženije krajem prvog tromjesečja, kada su serumske koncentracije hCG-a najviše (Singh i Sandhu, 2023).

Također je važno napomenuti da tireoidni hormoni prelaze i kroz posteljicu, što dodatno povećava potrebe trudnice za hormonima. Kako se povećava aktivnost štitnjače i sinteza hormona, sukladno tome raste i potreba za unosom joda putem prehrane (Udovičić, 2020).

Dakle, normalna trudnoća povezana je s povećanjem izlučivanja joda putem bubrega, porastom koncentracije proteina koji vežu tiroksin, povećanjem proizvodnje hormona štitnjače i stimulativnim djelovanjem hCG-a. Svi ovi čimbenici utječu na testove kojima se mjeri funkcija štitnjače u trudnice. Zdrava štitnjača se prilagođava tim promjenama kroz promjene u metabolizmu hormona štitnjače, unosu joda i regulaciji osovine hipotalamus-hipofiza-štitnjača. Testovi funkcije štitnjače u zdravih trudnica se, dakle, razlikuju od onih zdravih žena koje nisu trudne. Nadalje, referentni rasponi za najčešće korištene testove, TSH i slobodnog tiroksina (fT4), mogu značajno varirati u različitim populacije.

Nakon začeća, cirkulirajuće vezanje TBG i koncentracija ukupnog T4 (TT4) raste do 7. tjedna gestacije i doseže vrhunac u otprilike 16. tjednu trudnoće. Te koncentracije ostaju na visokim razinama sve do poroda. U prvom tromjesečju, majčin hCG izravno stimulira TSH receptor, povećavajući proizvodnju hormona štitnjače što rezultira naknadnim smanjenjem koncentracija TSH u serumu. Stoga tijekom trudnoće žene imaju niže koncentracije TSH u serumu od prije trudnoće (Alexander i sur., 2017).

#### **2.4.1. DIJAGNOSTIKA**

Nakon kliničkog pregleda, koji uključuje inspekciju, palpaciju, ručno pretraživanje štitnjače i vrata pacijenta, kao i detaljno prikupljanje podataka o simptomima, navikama, prošlim bolestima i obiteljskoj povijesti bolesti, potrebno je nastaviti s daljnjom dijagnostikom štitnjače. Dijagnoza guše postavlja se klinički, dok se veličina određuje prema kriterijima Svjetske zdravstvene organizacije (Singh i Sandhu, 2023).

Laboratorijske analize za dijagnostiku bolesti štitnjače dijele se u dvije glavne kategorije: testove za procjenu funkcije štitnjače (TRH, TSH, T3, T4, fT3, fT4) i testove za identifikaciju uzroka bolesti (anti-TPO, anti-TG, TG i kalcitonin).

Ultrazvukom se može pregledati struktura štitnjače, njezin anatomski položaj, veličina i oblik, te otkriti eventualne abnormalnosti poput cista, čvorova, upalnih promjena i tumora. Ova metoda je bezbolna i sigurna, što omogućava njeno ponavljanje po potrebi.

Citološka punkcija, vođena ultrazvukom, danas je jedna od ključnih dijagnostičkih metoda za procjenu čvorova u štitnjači. Punkcija se precizno izvodi pod sterilnim uvjetima iz sumnjivih dijelova štitnjače.

Scintigrafija štitnjače, koja se provodi u odjelu nuklearne medicine, omogućava prikaz anatomskih i funkcionalnih karakteristika štitne žlijezde, uključujući njezino funkcionalno stanje, veličinu i položaj, funkcionalno stanje čvorova, te prisutnost rezidualnog tkiva nakon operacije ili eventualno ektopičnog tkiva.

CT (kompjutorizirana tomografija) i MR (magnetska rezonancija) koriste se kod tumora za procjenu proširenosti na okolne organe i limfne čvorove, kao i kod velikih retrosternalnih struma za detaljan uvid u njihovu veličinu, te stupanj suženja i pomaka grkljana, dušnika i jednjaka (Mošnja, 2017).

#### **2.4.2. TERAPIJA**

Komplementarna i alternativna medicina (CAM) definira se kao medicinski sustav, praksa ili proizvod koji se obično ne smatra standardnom njegom. Standardna medicinska skrb temelji se na znanstvenim dokazima da je liječenje učinkovito i sigurno ili da ima prihvatljive rizike. Na primjer, standardna skrb za papilarni ili folikularni rak štitnjače često uključuje operaciju, radioaktivni jod i terapiju supresije hormona štitnjače. Standardna njega za različite bolesti štitnjače ovisit će o specifičnom stanju.

Nacionalni institut za zdravlje Nacionalni centar za komplementarno i integrativno zdravlje (NCCIH) definira komplementarnu medicinu kao upotrebu uz standardne medicinske tretmane, a alternativnu medicinu kao upotrebu umjesto standardnih medicinskih tretmana. Integrativna medicina je sveobuhvatan pristup skrbi koji uključuje um, tijelo i duh pacijenata; ovo kombinira standardnu medicinu s CAM praksama. NIH NCCIH kategorizira CAM pristupe uključujući proizvode na biološkoj bazi, prakse uma i tijela.

Biološki utemeljene prakse posebno je važno uzeti u obzir. To uključuje proizvode napravljene od prirodnih tvari, koji se često prodaju kao dodaci prehrani i biljni proizvodi. Oni su rijetko dio standardne skrbi jer nema jakih dokaza da su učinkoviti i sigurni.

Mnogo je tvrdnji o dobrobiti proizvoda, ali najvažnije je napomenuti da ne postoji posebna dijeta ili vitamin koji eliminira rak ili otklanja bolest štitnjače. Međutim, liječnici mogu koristiti biološke tretmane za pacijente s bolešću štitnjače u odabranim situacijama.

Jod je važan primjer kada je riječ o mikronutrijentima i zdravlju štitnjače. Dijete koje ograničavaju unos joda ili dijeta/dodaci prehrani za povećanje joda obično se preporučuju pacijentima s bolestima štitnjače. Liječnici mogu koristiti dijetu s niskim unosom joda iz



nekoliko specifičnih razloga, ali općenito to nije korisno. Pretjerana uporaba joda (u prehrani ili putem tekućine ili tableta) može biti štetna za štitnjaču. Dodaci joda preporučuju se u trudnoći. Međunarodno vijeće za kontrolu poremećaja uzrokovanih nedostatkom joda (eng. *International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, ICCIDD*), Svjetska zdravstvena organizacija (eng. *World Health Organisation, WHO*) i Fond Ujedinjenih naroda za djecu (eng. *United Nations Children's Fund, UNICEF*) preporučili su dnevni unos joda od 250 µg za trudnice i one koje doje (WHO/UNICEF/ICCIDD 2007).

Medicinske prakse uma i tijela: temelje se na uvjerenju da um može utjecati tijelo. One se prvenstveno mogu usredotočiti na um, pokrete tijela ili energetska polja za promicanje dobrobiti. Primjeri uključuju: jogu, kiropraktiku, meditaciju, hipnozu i akupunkturu (ATA, 2013).

Konvencionalno liječenje temelji se na nadomjesnoj terapiji Levotiroksin natrijem (LEVO natrij) - sintetička verzija prirodnog hormona štitnjače T4. Tom se terapijom koncentracije TSH vraćaju na normalne razine. Obično se primjenjuje oralno u obliku tableta, međutim, postoje alternativne LEVO natrijeve formulacije kao što su: kombinacija Levotiroksina i liotironina, Levotiroksin gel i tekućina, Levotiroksin injekcije i rektalne formulacije (Kerrigan i sur., 2023).

U tablici 2. vidljiv je pregled terapija za liječenje poremećaja rada štitnjače.

**Tablica 2.** Pregled postojećih tretmana za liječenje poremećaja rada štitnjače (Kerrigan i sur., 2023).

Formula	Prednosti	Nedostatci
Levotiroksin tablete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duga povijest medicinske upotrebe</li> <li>- Jednostavno i praktično za pacijente</li> <li>- Generalno dobro tolerirano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varijabilna bioraspoloživost</li> <li>- Smanjena apsorpcija (zbog interakcija s hranom i lijekovima)</li> <li>- Ne suradnja pacijenata</li> </ul>
Levotiroksin i liotironin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obnova eutiroidizma kod štakora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- U bolesnika nije primijećena prednost pred upotrebom standardnog tretmana samo sa Levotiroksinom</li> </ul>

**Tablica 2.** Pregled postojećih tretmana za liječenje poremećaja štitnjače - nastavak

<b>Formula</b>	<b>Prednosti</b>	<b>Nedostatci</b>
Levotiroksin gel i tekućina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bez interakcija između hrane i lijekova</li> <li>- Poboljšana bioraspoloživost i pridržavanje pacijenata terapiji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nedovoljno dokaza zbog ograničenog broja studija</li> <li>- Nedostatak podataka o dugoročnoj varijabilnosti TSH</li> </ul>
Levotiroksin injekcije	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poboljšana usklađenost pacijenta</li> <li>- Kontinuiran lijek</li> <li>- Izbjegavanje malapsorpcije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ograničeni podatci (izvješća slučajeva)</li> </ul>
Rektalne formulacije	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jednostavno i ne zahtjeva nikakvu posebnu aparaturu</li> <li>- Za liječenje pacijenata kod kojih nije moguća oralna primjena</li> <li>- Za poboljšanje bioraspoloživosti, razine T4 mogu se održavati na adekvatnom nivou tako što se prepíše 1,8 puta veća doza od tableta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ograničeni podatci</li> <li>- Niža bioraspoloživost u usporedbi s primjenom oralne terapije</li> </ul>

#### **2.4.3. RAZLIKE U KONCENTRACIJAMA HORMONA U TRUDNICA**

Najizraženije smanjenje koncentracije serumskog TSH zabilježeno je tijekom prvog tromjesečja zbog povišenih razina serumskog hCG-a koji izravno stimuliraju TSH receptor i time povećavaju proizvodnju hormona štitnjače.

Nakon toga serumski TSH i njegov referentni raspon postupno rastu u drugom i trećem

tromjesečju, ali unatoč tome ostaju niži nego u žena koje nisu trudne. Budući da su koncentracije hCG veće u višestrukim trudnoćama nego kod jednoplodnih trudnoća, smanjenje u referentnom intervalu TSH izraženiji je u blizanačkim trudnoćama.

Uočeno je smanjenje donjeg referentnog raspona TSH tijekom trudnoće u gotovo svim provedenim studijama. U malom postotku žena, TSH može biti nemjerljiv ( $<0,01 \mu\text{IU/L}$ ), a ipak još uvijek predstavljaju normalnu trudnoću. Kod kliničke važnosti sniženog serumskog TSH tijekom trudnoće važno je napomenuti da subklinička hipertireoza nije povezana s nepovoljnim ishodom trudnoće. Stoga, ako je majčina koncentracija TSH niska, ali vidljiva, vjerojatno nije klinički značajno. Rasponi TSH malo se razlikuju ovisno o različitim provedenim metodama analize.

U prvom tromjesečju, donji referentni raspon TSH može se smanjiti za približno  $0,4 \mu\text{IU/L}$ , dok se gornji referentni raspon smanjuje za približno  $0,5 \mu\text{IU/L}$ . Za tipičnu pacijenticu u ranoj trudnoći, to odgovara gornjoj referentnoj granici TSH od  $4,0 \mu\text{IU/L}$ . Ova referentna granica treba se početi primjenjivati od kasnog prvog tromjesečja, 7.-12. tjedna, s postupnim povratkom prema rasponu za žene koje nisu trudne u drugom i trećem tromjesečju.

Preporuka liječnika i znanstvenika je da kad god je moguće potrebno je definirati referentne raspone serumskog TSH koji se temelje na tromjesečnoj procjeni podataka o lokalnom stanovništvu. Određivanje referentnog raspona treba uključivati samo trudnice bez poznate bolesti štitnjače, s optimalnim unosom joda i negativnim statusom TPOAb (Alexander i sur., 2017).

U jednoj suradničkoj, kohortnoj studiji provedenoj između Sveučilišta Washington/Barnes Jewish Hospital (BJH) u St. Louisu i Sveučilišta Sjeverne Karoline/UNC bolnice u Chapel Hillu, Sjeverna Karolina prikupljeni su i upotrijebljeni uzorci krvi koji su poslani u laboratorije BJH i UNC za testiranje hCG-a koje je naručio liječnik. Cilj studije bio je prikupiti najmanje 60 subjekata ženskog spola s  $\text{hCG} > 200,000 \text{ IU=L}$  za koje je bila dostupna dovoljna količina uzorka za dodatna mjerenja TSH i FT4. Pregledana je medicinska dokumentacija za svaku ispitanicu kako bi im se ustanovio klinički status štitnjače i dokumentirala prisutnost molarne, trofoblastične ili druge abnormalne trudnoće. Ova je studija dobila odobrenje Institucionalnog odbora za reviziju svake institucije.

U ispitanica s koncentracijama hCG>200 000 IU=L, serumski TSH bio je potisnut ( $\leq 0.2 \mu\text{IU/mL}$ ) u 67% uzoraka (46/69 ispitanica), a serumski FT4 bio je povišen iznad referentnog intervala (1.8 ng/dL) u 33% uzoraka (23/69 ispitanica). Među uzorcima s koncentracijama hCG>400 000 IU=L, 100% uzoraka (10/10 ispitanica) pokazalo je potisnutu koncentraciju TSH u serumu ( $\leq 0.2 \mu\text{IU/mL}$ ), a 80% uzoraka (8/10 ispitanica) pokazalo je povišenu koncentraciju FT4 u serumu ( $> 1.8 \text{ ng/dL}$ ).

Ova studija ispitala je fiziološki odnos između ekstremno visokih serumskih koncentracija hCG ( $>200 000 \text{ IU=L}$ ) i hormona štitnjače.

Dokazali su da:

- 1) pri koncentracijama hCG>400,000 IU/L, TSH je dosljedno potisnut na  $0,2 \mu\text{IU/mL}$ ;
- 2) koncentracije FT4 i TSH u serumu mijenjaju se prema očekivanjima kao odgovor na promjene u koncentracijama hCG u serumu
- 3) većina pacijentica s ekstremno povišenim koncentracijama hCG nema očite znakove i simptome hipertireoze unatoč izmijenjenim mjerjenjima hormona štitnjače (Lockwood i sur., 2009).

## **2.5. UTJECAJ MIKRONUTRIJENATA NA FUNKCIJU ŠTITNJAČE**

Zbog utjecaja koji poremećaj štitnjače može imati na različite aspekte metabolizma i homeostazu organizma, važno je prilagoditi prehranu kako bi se podržalo liječenje lijekovima, ublažili simptomi bolesti te spriječili problemi poput pretilosti, pothranjenosti ili malnutricije. U blagim slučajevima hipotireoze, bolest se može pokušati regulirati prehranom bez primjene hormona, a ako to ne uspije, cilj je smanjiti doze hormonske terapije uz pomoć odgovarajuće prehrane. Nutrijenti iz hrane imaju ulogu u podršci pravilnog rada štitnjače, kako bi se osigurala normalna proizvodnja hormona i uspješna pretvorba T4 u T3.

Bolesti štitnjače mogu biti uzrokovane ili dodatno podržane neadekvatnom prehranom tj. nedostatkom ili pretjeranim unosom određenih nutrijenata.

Nedostatan unos ponajprije joda, a također i selena, cinka i željeza povezuje se s poremećajima rada štitne žlijezde i hormona koje luči. Osim navedenih, primijećen je nedostatak određenih proteina, vitamina A, C, B6, B5 i B1 te od minerala nedostatak fosfora, magnezija, olova, natrija i kroma (Šimunić, 2017).

### 2.5.1. JOD

Jod je esencijalan nutrijent za ljudski organizam i prvenstveno je potreban za normalan rad štitnjače i njenih hormona, pogotovo kod stanja kao što je trudnoća jer jod sudjeluje u razvoju središnjeg živčanog sustava tijekom embrionalnog, fetalnog i postnatalnog stadija (Miloš, 2023).

Ovisno o regiji prebivanja, ali i prisutnosti određenih bolesti, unos joda znatno varira među populacijama i pojedincima. U zemljama u kojima se sol ne jodira poremećaji štitnjače su znatno učestaliji, a posebno ugrožene populacije su trudnice.

Korištenje jodirane soli u prehrambenoj industriji dovelo je do toga da kruh, pekarski proizvodi, meso, životinjski proizvodi poput mlijeka, mliječnih proizvoda i jaja sadržavaju veće koncentracije joda (Prpić, 2021).

Studije su pokazale da nedostatak joda tijekom trudnoće može uzrokovati hipotiroksinemiju kod majke, što rezultira slabijim razvojem mozga djeteta. Dokazano je da je unos joda presudan u prva tri mjeseca trudnoće zato što majka transplacentarno prenosi tiroksin fetusu koji u posljednjem stadiju trudnoće može sintetizirati vlastiti hormon štitnjače.

Dakle, ukoliko prehrana trudnice ne sadrži odgovarajuću količinu joda, fetus ne može proizvoditi dovoljno tiroksina te dolazi do zaostajanja u fetalnom rastu i razvoju. Nedovoljna proizvodnja tiroksina može dovesti i do smrti fetusa ili novorođenčeta odmah po porodu.

Smanjen unos soli preporučuje se u prevenciji ili liječenju kardiovaskularnih bolesti, međutim može doći i do previsokog unosa soli, a samim time i joda. Do toga dolazi zbog neadekvatnog jodiranja soli ili svakodnevnog nekontroliranog dodavanja soli u obroke, što ujedno dovodi i do smanjenja ili povišenja lučenja hormona štitnjače, što rezultira disbalansom metabolizma (Miloš, 2023).

Najznačajniji prehrambeni izvori joda su morske životinje, ribe i školjkaši, a u puno manjoj koncentraciji nalazi se i u mlijeku, mliječnim proizvodima, jajima te soli ukoliko je jodirana (Šimunić, 2017).

Preporučeni dnevni unos joda za odrasle žene koje nisu trudne iznosi 150 µg, dok se kod trudnica taj preporučeni unos povećava na 200 µg (EFSA, 2024).

### **2.5.2. SELEN**

Selen je prirodno prisutan u hrani ili se može unijeti s raznim dodacima prehrani. Općenito, postoji u organskom (selenometionin i selenocistein) kao i u anorganskom (selenat i selenit) obliku. Ljudsko tijelo može apsorbirati otprilike 90% selena u obliku selenometionina.

Hrana koja je bogata selenom te služi kao dobar izvor selena jesu meso, plodovi mora, žitarice, mliječni proizvodi i brazilski oraščići. Količina selena u biljnoj hrani ovisi o količini selena prisutnog u tlu. Stoga koncentracija selena uvelike ovisi o geografskom položaju (Eichelsdorfer, 2022).

Značajni poremećaji u metabolizmu hormona štitnjače javljaju se kada su razine selena dugotrajno i značajno smanjene. To dovodi do inhibicije sinteze i smanjenja aktivnosti jodotironin dejodinaze, enzima odgovornog za pretvorbu tiroksina u metabolički aktivnije oblike. Također, kod nedostatka selena zabilježene su povećane razine TSH-a u serumu. Prehrana s odgovarajućim unosom selena podržava sintezu i metabolizam hormona štitnjače te štiti štitnjaču od prekomjernih količina joda (Šimunić, 2017).

### **2.5.3. CINK**

Cink je također važan mineral za pravilnu funkciju štitnjače, djelujući kao kofaktor enzima dejodinaze koja pretvara T4 u T3. Nedostatak cinka može dovesti do smanjenog metabolizma i smanjene aktivnosti štitne žlijezde. Kada se unosi u preporučenim količinama, cink pozitivno utječe na aktivnost hormona T3, dok u slučaju njegovog nedostatka dolazi do smanjene sinteze T3 (Šimunić, 2017).

Karakteristična značajka nedostatka cinka kod hipotireoze može biti gubitak kose, koji će biti inhibiran adekvatnim unosom cinka u prehrani. Pronalazimo ga u sjemenkama bundeve, heljdi, sjemenkama lana, prosu, cjelovitim žitaricama te integralnom kruhu (Ihnatowicz i sur., 2020).

### **2.5.4. ŽELJEZO**

Kod više od polovice oboljelih od hipotireoze zabilježeno je stanje anemije uslijed nedostatka željeza te je stoga neophodno obratiti pozornost na adekvatan unos ovog minerala. Razlog važnosti željeza je taj što nedostatak uzrokuje smanjenu sintezu hormona štitnjače uslijed slabije aktivnosti hema.

Željezo je neophodno u proizvodnji hormona štitnjače i s obzirom da je vrlo važno za aktivnost

peroksidaze, njegov nedostatak blokira taj enzim. Kao rezultat, javlja se smanjenje sinteze hormona štitnjače, kao i povećanje razine TSH i volumena žlijezde (Ihnatowicz i sur., 2020).

### **2.5.5. VITAMINI**

Kod poremećaja štitnjače najčešće su zabilježeni nedostaci vitamina D, kao i vitamina B skupine i vitamina A.

Veza vitamina D i bolesti štitnjače poznata je znanstvenicima i liječnicima već duže vrijeme. Manjak vitamina D učestalo je prisutan u oboljelih, te je stoga njegov adekvatan unos izuzetno važan kako bi se očuvalo zdravlje kostiju, posebno kako bi se smanjio rizik od osteoporoze, jer vitamin D sudjeluje u homeostazi minerala važnih za njihovu pravilnu funkciju i metabolizam. Pretpostavlja se da je smanjena razina vitamina D posljedica nepravilne apsorpcije u probavnom sustavu te smanjene stope pretvorbe u aktivni oblik pa je stoga neophodno osiguravanje potrebne količine kalcija i vitamina D kako ne bi došlo do pogoršanja i većih komplikacija. Izvori vitamina D iz hrane su masna riba, jaja i mlijeko (obogaćeno vitaminom D), međutim sinteza vitamina D i količina u tijelu većinom ovisi o izloženosti tijela suncu.

Smatra se da nedostatak vitamina A može dovesti do smanjene mogućnosti iskorištavanja joda, što posljedično uzrokuje smanjeno stvaranje i lučenje hormona štitnjače. Dokazano je da prehrana siromašna vitaminom A utječe na funkcionalnu vezu između hipofize i štitne žlijezde. Ako istovremeno postoji i nedostatak joda, rizik od razvoja hipotireoze je znatno veći u usporedbi s nedostatkom samo joda.

Kod osoba s nedovoljnim unosom oba nutrijenta primijećene su povišene razine TSH-a zbog pojačanog lučenja, što dovodi do povećanja štitnjače. Dodatna suplementacija vitaminom A pokazala je povoljan učinak na smanjenje učestalosti poremećaja štitnjače, posebno gušavosti (Šimunić K, 2017).

## **2.6. PREHRANA PRILAGOĐENA POREMEĆAJIMA RADA ŠTITNJAČE**

Prehrana i crijevna mikrobiota mogu utjecati na funkciju štitnjače tako što induciraju reakcije imunološkog sustava, stvarajući mikrobne metabolite, utječući na apsorpciju hranjivih tvari i epigenetske promjene koje reguliraju sintezu i metabolizam hormona štitnjače, što dovodi do razvoja bolesti štitnjače ili zaštite od bolesti štitnjače. Uravnotežena prehrana je neophodan izvor za održavanje zdrave, funkcionalne štitnjače (Shulhai i sur., 2024).

U blažim slučajevima hipotireoze postoji mogućnost upravljanja bolešću kroz prehranu umjesto hormonske terapije, a ako to nije dovoljno, cilj je smanjiti doze hormona uz odgovarajuću prehranu. Nutrijenti iz hrane podržavaju pravilno funkcioniranje štitnjače, omogućujući normalnu proizvodnju hormona i uspješnu pretvorbu T4 u T3 u tkivima. Kod autoimunih bolesti štitnjače, preporučuje se uvođenje odgovarajuće prehrane nakon što se razine hormona stabiliziraju. Usporeni metabolizam kod hipotireoze, zbog niske razine hormona, dovodi do pohranjivanja energije u masno tkivo i povećanja tjelesne mase. Stoga je važno da prehrana bude dobro uravnotežena i podržava gubitak tjelesne mase, ali bez drastičnog smanjenja kalorijskog unosa kako se metabolizam ne bi dodatno usporio.

Također, treba ograničiti unos hrane koja sadrži goitrogene, jer oni ometaju metabolizam joda, negativno utječu na štitnjaču i inhibiraju sintezu hormona, što je posebno važno za osobe s niskim unosom joda. Ovi spojevi se dijele na cijanogene i flavonoide prisutne u biljkama.

Škrobno povrće poput krumpira i kukuruza sadrži cijanogene glikozide, dok luk i češnjak sadrže n-propil disulfid, koji također imaju goitrogeno djelovanje, ometajući iskorištavanje joda i metabolizam tireoglobulina. Među flavonoidima, kvercetin je posebno značajan jer inhibira genetsku ekspresiju štitnjače i ometa njenu funkciju.

Prisutan je u voću i povrću kao što su jabuke, luk, čaj i bobičasto voće, te ometa vezanje jodida na tireoglobulin, inhibira TPO i narušava metabolizam hormona štitnjače.

Soja, koja je postala popularna zbog visokog nutritivnog sadržaja, također zahtijeva pažnju zbog mogućeg negativnog utjecaja na štitnjaču i apsorpciju levotiroksina. Sadrži genistein, koji se natječe s hormonima štitnjače za jod i može inhibirati TPO.

Optimalan unos vitamina ključan je za povećanje unosa antioksidansa i smanjenje oksidativnog stresa, koji može negativno utjecati na štitnjaču (Šimunić, 2017).

Nutritivna intervencija koja se temelji na prehrani s protuupalnim svojstvima, bogatoj antioksidansima kao što su polifenoli, selen, cink i vitamin D je preporučena za ublažavanje upale smanjenjem oksidativnog stresa te vraćanjem normalne funkcije štitnjače.

Vodič NHS Eatwell (NHS Eatwell Guide, 2022) preporučuje konzumaciju najmanje pet porcija različitog voća i povrća svaki dan, da su obroci temeljeni na hrani bogatoj škrobom poput krumpira, kruha, riže ili tjestenine, konzumaciju mliječnih proizvoda ili mliječnih alternativa,



graha, mahunarki, ribe, jaja, mesa i drugih bjelančevina, u malim količinama konzumacija nezasićenih ulja i namaza, puno tekućine (barem 6 do 8 čaša dnevno) te izbjegavanje prerađene hrane i dodatni unos šećera.

Postoji sve više dokaza da je veća raznolikost crijevnih bakterija povezana s boljim ukupnim zdravljem. Prehrana koja sadrži svježju, cjelovitu hranu, uglavnom iz biljnih izvora kao što su voće, povrće, mahunarke (kao što su slanutak, leća i edamame), grah, orašasti plodovi i cjelovite žitarice i koja ograničava visoko prerađenu hranu može prospješiti zdravlje mikrobioma (BTF, 2024).

## **2.7. TEORIJSKA OSNOVA KONCEPTUALNOG MODELIRANJA**

Modeliranje se odnosi na proces izrade modela, odnosno na način predstavljanja stvarnosti kako bi se olakšalo njeno razumijevanje. Model je pojednostavljena verzija sustava ili procesa koja omogućuje bolje razumijevanje i efikasnije upravljanje tim sustavom. Primjenom modela, složeni fenomeni postaju lakši za opisivanje, što pomaže u njihovom razumijevanju i rješavanju složenih problema. U procesu modeliranja, podaci i informacije pretvaraju se u modele koristeći alate koji su prilagođeni specifičnoj vrsti modela i njegovim zahtjevima.

U nutricionizmu se najčešće koriste mentalni, matematički, materijalni i konceptualni modeli. Mentalni model je unutarnji prikaz stvarnosti koji se stvara u našem umu kako bismo predvidjeli ishode određenih događaja ili procesa. Temelji se na kognitivnim procesima i omogućuje nam da razumijemo i predvidimo kako stvari funkcioniraju.

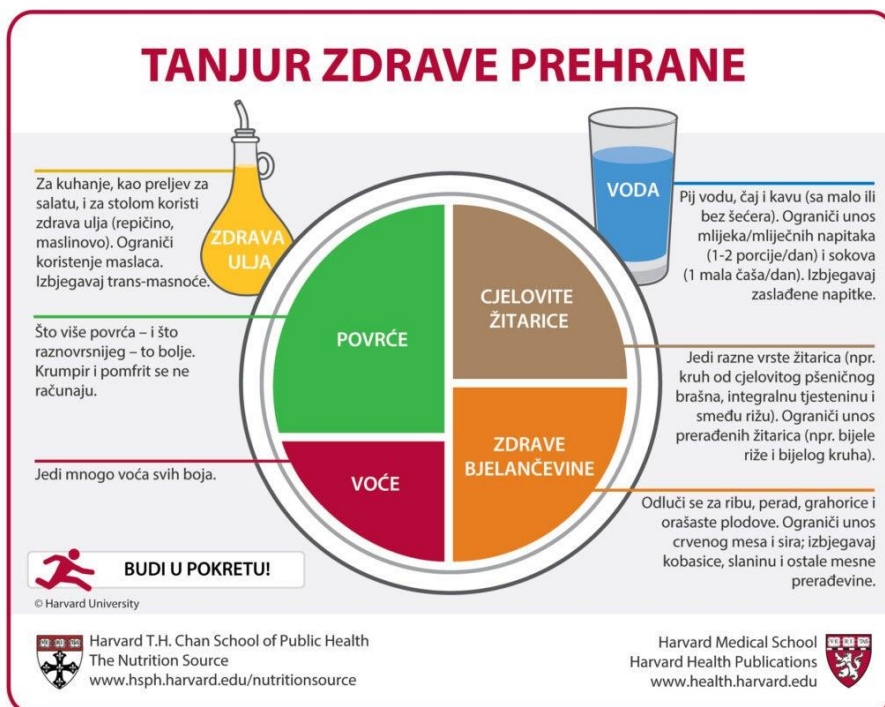
Matematički model koristi matematičke izraze, jednačbe i pretpostavke kako bi opisao odnose među različitim varijablama. Matematički modeli su posebno korisni za kvantitativnu analizu i predviđanje ponašanja složenih sustava.

Materijalni model je fizički prikaz ili replika nekog objekta ili strukture koji omogućuje lakše razumijevanje složenih oblika i procesa. Primjer može biti 3D model nekih hormona, enzima ili sličnih složenih struktura.

Konceptualni model prikazuje ideje i odnose unutar sustava koristeći apstraktne simbole, dijagrame ili sheme. Konceptualni modeli pomažu u razumijevanju međusobnog međudjelovanja različitih dijelova sustava te način na koji se ti procesi odvijaju. Najpoznatiji i najčešće korišteni konceptualni modeli u nutricionizmu uključuju piramidu pravilne prehrane (slika 5) i MyPlate (slika 6).



**Slika 6.** Piramida pravilne prehrane (prema Nutrition Australia, 2014)



**Slika 7.** Konceptualni model MyPlate (prema Harvard TH Chan, 2024)

Kod osmišljavanja i izrade konceptualnih modela glavnu ulogu zasigurno imaju upotreba različitih boja, oblika, ilustracija, skica i slično. Cilj konceptualnog modela je da ne preoptereći čitatelja sa previše informacija na jednom mjestu, već da čitatelju olakša razumijevanje teme koju model opisuje.

Odličan primjer upotrebe oblika za lakše razumijevanje informacija je piramida pravilne prehrane (slika 6). Odmah vizualno, po samom obliku, se da primijetiti i zaključiti koje se namirnice preporučuju za konzumaciju u manjim ili većim količinama, ovisno o tome u kojem su dijelu piramide skicirani. Namirnice na vrhu piramide, trebale bi se unositi što manje, one u sredini u umjerenim količinama, dok one na dnu najviše. Korištenjem karakterističnog oblika trokuta i različitim crtežima olakšava se razumijevanje, a na koncu i pamćenje viđenog.

MyPlate (slika 7), za razliku od piramide pravilne prehrane, osmišljen je u obliku kruga kako bi vizualno podsjećao na tanjur. Na taj način se vrlo lako mogu prikazati poželjne količine nutrijenata, jer su napravljene vrlo jednostavno, bez zbunjujućih navođenja kilokalorija ili gramaža.

Također su korištene boje kako bi se privukla pažnja čitatelja. MyPlate na slici 7, osim što sadrži sam tanjur sa označenim poželjnim količinama određenih skupina namirnica nacrtanih u krugu, sadrži i opširnije navedene savjete za uravnotežene obroke, kao na primjer korištenje zdravih ulja, izbjegavanje trans-masnoća, adekvatnu konzumaciju vode te primjeri namirnica koje se preporučaju u svakoj skupini.

Često su korištene i infografike, jasan i vizualni prikaz podataka i informacija. Upotrebom elemenata kao što su slike, simboli, grafikoni i dijagrami, infografika može učiniti složene ideje lakima za razumijevanje te na jasan i privlačan način ljudima prenijeti određene složene informacije.

## **2.8. PRIMJENA KONCEPTUALNOG MODELIRANJA U PREHRAMBENOM SAVJETOVANJU KOD POREMEĆAJA RADA ŠTITNJAČE**

U nutricionističkom savjetovanju kod poremećaja rada štitnjače konceptualni modeli mogu imati ključnu ulogu u edukaciji pacijenata, što mnogo olakšava i nutricionistu i pacijentu. Ta metoda modeliranja omogućuje nutricionistima da sistematski pristupe razumijevanju i upravljanju prehrambenim potrebama pacijenata s disfunkcijama štitnjače korištenjem boja, ilustracija te kratkim, jasnim i zanimljivim tekstom.

Primjena konceptualnog modeliranja uključuje identifikaciju svih relevantnih čimbenika koji utječu na zdravlje štitnjače, poput unosa joda, selena, cinka, vitamina A, te goitrogena prisutnih u određenoj hrani. Ovi faktori se zatim povezuju s funkcijom štitnjače, sintezom hormona i njihovom konverzijom u tijelu, te koristeći dijagrame i sheme, nutricionisti mogu

prikazati kako različiti prehrambeni čimbenici utječu na funkciju štitnjače. Na primjer, kako nedostatak selena ili joda može dovesti do smanjene sinteze hormona štitnjače, ili kako određene namirnice mogu inhibirati apsorpciju tih nutrijenata (Köhrle, 2023).

Na temelju konceptualnog modela, nutricionisti mogu razviti personalizirane prehrambene planove koji ciljaju na optimizaciju funkcije štitnjače. Ovi planovi uzimaju u obzir specifične potrebe pacijenta i pružaju smjernice za unos nutrijenata koji podržavaju zdravlje štitnjače, kao i za izbjegavanje hrane koja može negativno utjecati na funkciju štitnjače.

Konceptualni model također omogućuje kontinuirano praćenje i prilagodbu prehrambenih preporuka, temeljeno na promjenama u zdravstvenom stanju pacijenta i reakcijama na prehrambene intervencije.

Primjena u prehrambenom savjetovanju kod poremećaja rada štitnjače može značajno unaprijediti razumijevanje bolesti i omogućiti ciljano, precizno i učinkovito upravljanje prehranom u svrhu poboljšanja zdravlja pacijenta.

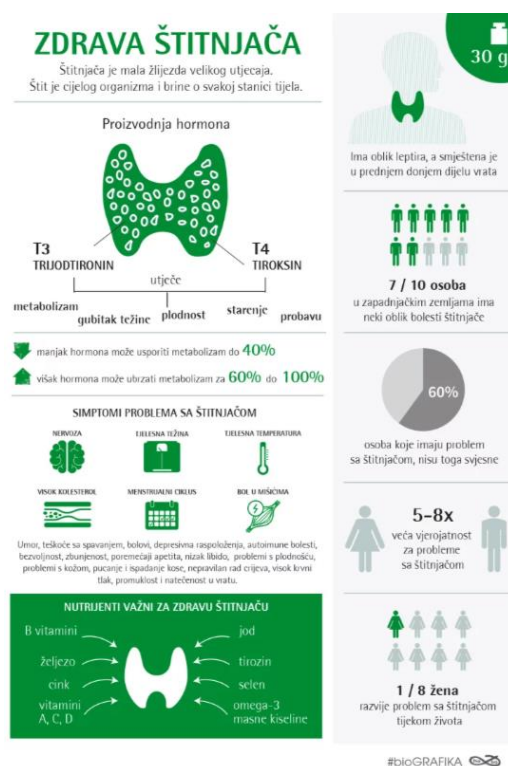
Koriste se infografike s obzirom da su namijenjene prenošenju poruke, predstavljanju velikih količina podataka ili informacija na kompaktan i lako razumljiv način te analizi podataka radi otkrivanja uzročno-posljedičnih veza. Infografika bi trebala biti jednostavna, jezgrovita i jasna, osiguravajući da su informacije koje se prenose dobro organizirane. Vizualna jednostavnost jamči da će grafika biti lako razumljiva čitateljima (Balkac i Erdgun, 2018). Nužno je, naravno, prilagoditi sadržaj infografike uzrastu kojem je ona namijenjena. Ukoliko je namijenjena edukaciji djece o važnosti pravilne prehrane za zdravlje štitnjače, koristit će se jednostavan tekst, bez kompliciranih stručnih pojmova. Suprotno tome, ukoliko je namijenjena odraslima i nalazi se kao informativni letak u bolnicama ili ordinacijama, biti će napisana stručnije, sa većom količinom informacija. Međutim, i u tom slučaju su infografike vizualno privlačne i ne sadrže previše teksta, kako se čitatelj ne bi osjećao preplavljen informacijama.

Nažalost, na internetu je vrlo slab izbor infografika o povezanosti prehrane i zdravlja štitnjače, međutim postoje infografike, kao na slici 8, koje općenito opisuju štitnjaču, navode glavne hormone koje proizvodi štitnjača te navodi na koje procese u tijelu ti hormoni utječu. Također navode i simptome problema sa štitnjačom kao i najvažnije nutrijente za zdravu štitnjaču. Sa desne strane, navedeni su bazični podatci o učestalosti ovih bolesti, kao i vjerojatnost pojave bolesti u žena.

U infografici korišteni su kratki i jasni podatci grupirani u zasebne sekcije u kojima se raznim vizualnim efektima omogućava lakše razumijevanje i pamćenje neophodnih informacija.

Cijela infografika je vrlo jednostavno i pregledno prikazana, sa ugodnom zelenom bojom privlači pažnju čitatelja, a simpatičnim ilustracijama vrlo jednostavno približavaju ovu ozbiljnu temu svakoj osobi.

Problem kod pronalaska infografika o štitnjači na internetu je ta da je vrlo teško pronaći dobru, znanstveno utemeljenu infografiku koja nosi potpis liječnika ili znanstvenika. Upravo to je problem kod infografike na slici 8, s obzirom da je bila jedina na internetu napisana na hrvatskom jeziku, a objavljena je na službenoj stranici trgovine eko proizvoda bio&bio. To ne znači nužno da sadrži lažne informacije, međutim da bi se mogla koristiti u svrhu edukacije pacijenata u raznim zdravstvenim ustanovama, ta infografika mora sadržavati znanstveno utemeljene i točne informacije provjerene od strane stručnjaka educiranih upravo za tu temu. Zanimljiv je izbor boje koja se povezuje sa zdravljem (Balkac i Ergun, 2018), ali je ona ujedno i boja lanca Bio&Bio.



**Slika 8.** Konceptualni model u formi bioGRAFIKA za zdravu štitnjaču (Bio&Bio, 2024)

U lijevom donjem kutu infografike, navode se nutrijenti koji su važni za zdravu štitnjaču, a primjer namirnica koje obiluju navedenim nutrijentima slijedi u tablici 3.

**Tablica 3.** Primjer namirnica bogatih nutrijentima za zdravu štitnjaču (prema National Institutes of Health, 2022)

<b>Nutrijenti</b>	<b>Primjer namirnica</b>
Vitamini B skupine	Zeleno povrće, banane, kikiriki, jaja, mlijeko, mahunarke, gljive, avokado, piletina, puretina, govedina, losos
Željezo	Crveno meso (govedina, janjetina, svinjetina, teletina i drugo), grah, slanutak, orašasti plodovi, sušeno voće
Cink	Školjke, škampi, srdele, losos, govedina, svinjetina, sir, grčki jogurt, mlijeko, kikiriki, smeđa riža, jaja, borovnice, cherry rajčice
Vitamin A	Sir, jaja, plava riba (pastrva, losos, srdela, tuna i druge), mlijeko, jogurt, jetra
Vitamin C	Citrusi (limun, naranča), paprike, jagode, brokula, prokulica, krumpir
Vitamin D	Plava riba (pastrva, losos, srdela, tuna i druge), crveno meso (govedina, janjetina, svinjetina, teletina i drugo), jetra, žumanjci jajeta
Jod	Mlijeko i mliječni proizvodi, jaja, riba i ostali plodovi mora
Tirozin	Piletina, puretina, kikiriki, bademi, avokado, banane, mlijeko, sir, jogurt, sjemenke bundeve i sezama
Selen	Tuna, srdele, škampi, svinjetina, govedina, goveđa jetra, puretina, piletina, jaja, gljivem, mlijeko, jogurt, špinat, pistacije, brazilski oraščići, banane, breskve, mrkva
Omega-3 masne kiseline	Riba (pogotovo losos, tuna, srdele, haringa), orašasti plodovi i sjemenke (lanene sjemenke, chia sjemenke i orasi), biljna ulja (laneno ulje, repičino ulje), određene vrste jaja, jogurta, sokova i mlijeka

Kvalitetno osmišljena i napravljena infografika u svrhu prehrambenog savjetovanja trebala bi, uz ostale informacije sadržane u infografici na slici 8, sadržavati i informacije slične navedenima u tablici 3. Naime, neće svaka osoba koja pročita infografiku na kojoj su navedeni nutrijenti važni za zdravlje znati točno koje namirnice obiluju tim nutrijentima. Glavna svrha infografike je prenijeti određene informacije na pojedinca, koje su razumljive i stoga lako pamtljive.

Ako osoba nakon što pročita infografiku još mora i sama istraživati i proučavati koje namirnice su poželjne, a obiluju navedenim nutrijentima kao na primjer u infografici na slici 8, vrlo su velike šanse da se to neće dogoditi, zbog manjka vremena, volje ili se osobe često osjećaju preplavljene s ogromnom količinom informacija na internetu i teško se snalaze u probiru ispravnih, znanstveno utemeljenih informacija kojima mogu vjerovati. Ukoliko su sve informacije navedene na jednom mjestu, sadržane u jednoj vizualno privlačnoj infografici će često podsvjesno navesti pojedinca da infografiku pročita u cijelosti, te ukoliko je zainteresiran za prikazanu temu, te informacije i zapamti.

Najjednostavniji i najupečatljiviji način prikazivanja određenih namirnica bio bi korištenje šarenih ilustracija i sitnih ikona određene hrane pored svakog navedenog važnog nutrijenta. Na taj bi način čitatelj zapazio i lakše zapamtio ne samo koje se namirnice preporučuju u prehrani kod određenog stanja, poremećaja ili bolesti, već bi mogao i povezati namirnice sa nutrijentima kojima obiluju. Također, da bi infografika bila uračunljiva za širu populaciju, potrebno je naglasiti i određene preferencije pojedinca. Ako za primjer uzmemo infografiku na temu trudnica sa poremećajem štitnjače, optimalno bi bilo da infografika naglasi različite prehrambene preferencije, pa tako na primjer ako se trudnica hrani vegetarijanskom prehranom pa ne konzumira meso i ribu, svoje potrebe za željezom, cinkom i vitaminom D ne može dobiti iz tih izvora, već je nužno da svoje dnevne potrebe zadovoljava iz drugih navedenih izvora. Bilo bi poželjno da infografika sadrži i informacije o bioraspoloživosti određenog mikronutrijenta, pogotovo u vezi s nekim drugim mikronutrijentom. Primjerice, bioraspoloživost željeza je pod utjecajem čimbenika koji promoviraju ili pak inhibiraju njegovu apsorpciju.

Od promotora apsorpcije vjerojatno je najpoznatiji utjecaj vitamina C, te proteina mesa. S druge strane postoji cijeli niz inhibitora koji smanjuju apsorpciju željeza: škrob, polifenoli, odnosno tanini iz kave i čaja, fosfati i fosfo-proteini iz bjelanjka jajeta i mlijeka i tako dalje.

Potreba za željezom u trudnoći drastično raste i nesrazmjerna je s istovremenim porastom u potrebi za energijom. Stoga je nužno educirati trudnice o važnosti konzumiranja određenih namirnica koje će povećati bioraspoloživost željeza u tijelu (Banjari, 2013).

Vrlo je važno da takve infografike izrađuju nutricionisti, koji su educirani u tom području te

pružaju znanstveno utemeljene informacije u čiju točnost pojedinac koji je naišao na infografiku ne mora sumnjati. Nutricionisti su visoko školovani stručnjaci za pravilnu, zdravu prehranu, kao i savjetovanje pojedinca ili cijele zajednice o pravilnoj prehrani, stvaranje prehrambenih planova i edukaciju o zdravim prehrambenim navikama. Pomažu ljudima pri poboljšanju zdravlja, prevenciji bolesti i optimizaciji tjelesne mase kroz prehranu prilagođenu individualnim potrebama.



### 3. ZAKLJUČCI

1. Štitnjača je vitalna endokrina žlijezda koja ima vrlo važnu ulogu u održavanju bazalnog metabolizma sintezom hormona koji imaju glavnu ulogu u razvoju i održavanju funkcije mnogih drugih organa.
2. U biomedicini i nutricionizmu često se koriste načela konceptualnog modeliranja u prijenosu informacija (grafovi, sheme, infografike)
3. Iz perspektive dijetoterapije za poremećaj rada štitnjače, nužno je da prehrana pridonosi vraćanju organizma u normalno stanje i koliko je moguće spriječi pojavu dodatnih bolesti i komplikacija, a mikronutrijenti na koje pritom treba obratiti pozornost su jod, selen, cink, željezo i vitamin D, te potencijalno dodatne preporuke za trudnice.
4. Bolesti štitnjače mogu biti uzrokovane ili dodatno podržane neadekvatnom prehranom tj. nedostatkom ili pretjeranim unosom određenih nutrijenata, te je stoga nužno uravnotežiti prehranu kako bi se usporio tijek bolesti i time ugrozio razvoj fetusa i zdravlje trudnice.
5. Konceptualno modeliranje vrlo je jednostavna i razumljiva metoda širenja informacija o određenoj bolesti, poremećaju, liječenju bolesti i slično koja ima svrhu edukacije pojedinca o važnosti određene teme, u kojoj prehrana često ima važnu ulogu.
6. Nutricionist je svakako nezaobilazan član tima u razvoju infografika kojima je tema poremećaj rada štitnjače i prehrane, posebice ukoliko u fazama kao što trudnoća.

#### 4. POPIS LITERATURE

Alexander EK, Pearce EN, Brent GA, Brown RS, Chen H, Dosiou C i sur. (2017) 2017 Guidelines of the American Thyroid Association for the Diagnosis and Management of Thyroid Disease During Pregnancy and the Postpartum. *Thyroid* **27**, 315-388. <https://doi.org/10.1089/thy.2016.0457>

ATA (2013) Complementary and Alternative Medicine in Thyroid Disease (CAM). ATA- American Thyroid Association, <https://www.thyroid.org/thyroid-disease-cam/>. Pristupljeno 9. kolovoza 2024.

Balkac M, Ergun E (2018) Role of Infographics in Healthcare. *Ch Med J* **131**, 2514-2517. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.243569>

Banjari I (2013) Unos željeza prehranom kao mjera prevencije anemije u trudnoći. Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku **2**, 71-77. <https://hr-cak.srce.hr/file/172947>

Bath SC (2024) Thyroid function and iodine intake: global recommendations and relevant dietary trends. *Nat Rev Endocrinol* **20**, 474-486. <https://doi.org/10.1038/s41574-024-00983-z>

Belfiore A i LeRoith D (2018) Principles of Endocrinology and Hormone Action, Springer, Švicarska, str. 90.

Bio&Bio (2024) bioGRAFIKA: Zdrava štitnjača. <https://www.biobio.hr/biografika> Pristupljeno 18. kolovoza 2024.

BTF (2024) Diets and supplements for thyroid disorders. BTF- British Thyroid Foundation <https://www.btf-thyroid.org/diets-and-supplements-for-thyroid-disorders#di1>. Pristupljeno 11. kolovoza 2024.

Chaker L, Bianco AC, Jonklaas J, Peeters RP (2017) Hypothyroidism. *Lancet* **390**, 1550-1562. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30703-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30703-1)

Chiasera JM (2013) Back to the Basics: Thyroid Gland Structure, Function and Pathology. *Clin Lab Sci* **26**, 112-117.

Czubek E, Alcer K, Varjacic M, Romaniuk P (2022) The importance and effectiveness of nutritional counselling in patients with autoimmune thyroid diseases in Poland. *Cost Eff Resour Alloc* **20**, 63. <https://doi.org/10.1186/s12962-022-00397-6>

De Castro GV, Rocha CMR, Sanches VL, Ribeiro PHZ, i sur. (2015) Synthesis of Analogues of Thyroid Hormones: Nuclear Receptor Modulators. *Orbital: Electron. J Chem* **7**, 282-291. <https://doi.org/110.17807/orbital.v7i3.739>

De Leo S, Lee SY, Braverman LE (2016) Hyperthyroidism. *Lancet* **388**, 906–918. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00278-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00278-6)

Doubleday AR, Sippel RS (2020) Hyperthyroidism. *Gland Surgery* **9**, 124-135. <http://dx.doi.org/10.21037/gs.2019.11.01>

Delmiš J (2018) HDGO, Portal Hrvatskog društva za ginekologiju i opstetrijku: Hipotireoza u trudnica. <https://www.hdgo.hr/Default.aspx?sifraStranica=919> Pristupljeno 8. kolovoza 2024.

EFSA (2024) European Food Safety Authority, DRV Finder. <https://multimedia.efsa.europa.eu/drvs/index.htm> Pristupljeno 8. kolovoza 2024.

EHRA (2019) Atrial fibrillation. EHRA - European Heart Rhythm Association, <https://www.afibmatters.org/hr/>. Pristupljeno 8. kolovoza 2024.

Eichelsdorfer AS (2022) Trace elements and the thyroid gland (diplomski rad), Medicinski fakultet, Sveučilište u Splitu, Split.

Ercegovac L (2024) Bolest štitnjače u trudnoći (diplomski rad), Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Harvard TH Chan (2024) The Nutrition Source – Tanjur zdrave prehrane (Croatian) <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/healthy-eating-plate/translations/croatian/>. Pristupljeno 18. kolovoza 2024.

Ihnatowicz P, Drywien M, Wator P, Wojsiat J (2020) The importance of nutritional factors and dietary management of Hashimoto's thyroiditis. *Ann Agric Environ Med* **27**, 184-193 <https://doi.org/10.26444/aaem/112331>

Ivančević Ž (2008) MSD- medicinski priručnik za pacijente, 2. izd, Placebo, Split.

Kerrigan LB, Stewart SA, Dominguez-Robles J, Brady AJ, Ammar AA, Donnelly RF i sur. (2023) Drug delivery systems for thyroid disease treatment: A mini review on current therapies and alternative approaches. *J Drug Del Sci Tech* **87**, 104861 <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104861>

Köhrle J (2023) Selenium, Iodine and Iron—Essential Trace Elements for Thyroid Hormone Synthesis and Metabolism. *Int J Mol Sci* **24**, 3393. <https://doi.org/10.3390/ijms24043393>

Lockwood CM, Grenache DG, Gronowski AM (2009) Serum human chorionic gonadotropin concentrations greater than 400,000 IU/L are invariably associated with suppressed serum thyrotropin concentrations. *Thyroid* **19**, 863-867. <https://doi.org/10.1089/thy.2009.0079>

Miloš M (2023) Prehrambeni unos joda kod trudnica (diplomski rad), Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.

Mošnja B (2017) Učestalost bolesti štitnjače kod medicinskih sestara/tehničara. *Glas pul boln* **13**, 29-41.

NHS Eatwell Guide (2022) <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/food-guidelines-and-food-labels/the-eatwell-guide/>

NIDDK (2017) Thyroid Disease & Pregnancy. NIDDK-National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, <https://www.niddk.nih.gov/health-information/endocrine-diseases/pregnancy-thyroid-disease>. Pristupljeno 2. kolovoza 2024.

NIH (2021) In brief: How does the thyroid gland work?. NIH- National Library of Medicine, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279388/>. Pristupljeno 2. kolovoza 2024.

NIH (2022) Dietary Supplement Fact Sheets. NIH- National Institutes of Health, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/list-all/>. Pristupljeno 15. kolovoza 2024.

NIH (2022) Histology, Thyroid Gland. NIH- National Library of Medicine, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551659/>. Pristupljeno 3. kolovoza 2024.

Nutrition Australia (2014) Healthy Eating Pyramid. <https://nutritionaustralia.org/fact-sheets/healthy-eating-pyramid/>. Pristupljeno 15. kolovoza 2024.

Prpić M (2021) Unos joda i funkcija štitnjače u dojilja i dojenčadi na području grada Zagreba (disertacija), Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Radojković R (2016) Suvremene tehnologije u kirurgiji štitnjače (diplomski rad), Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Shulhai A-M, Rotondo R, Petraroli M, Patianna V, Predieri B, Iughetti L i sur. (2024) The Role of Nutrition on Thyroid Function. *Nutrients* **16**, 2496. <https://doi.org/10.3390/nu16152496>

Siddamreddy S i Dandu VH (2023) Thyrotoxic Periodic Paralysis. NIH- National Library of Medicine, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560670/>. Pristupljeno 8. kolovoza 2024.

Singh S i Sandhu S (2023) Thyroid Disease and Pregnancy. NIH- National Library of Medicine, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538485/>. Pristupljeno 9. kolovoza 2024.

Šimunić K (2017) Hipotireoza i hipertireoza: promjene u metabolizmu i prehrana (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Udovičić M (2020) Hipertireoza u trudnoći (diplomski rad), Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Vidaković A-M (2017) Koncentracije kalcija i paratireoidnog hormona u ranom postoperativnom periodu nakon zahvata na štitnjači (diplomski rad), Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

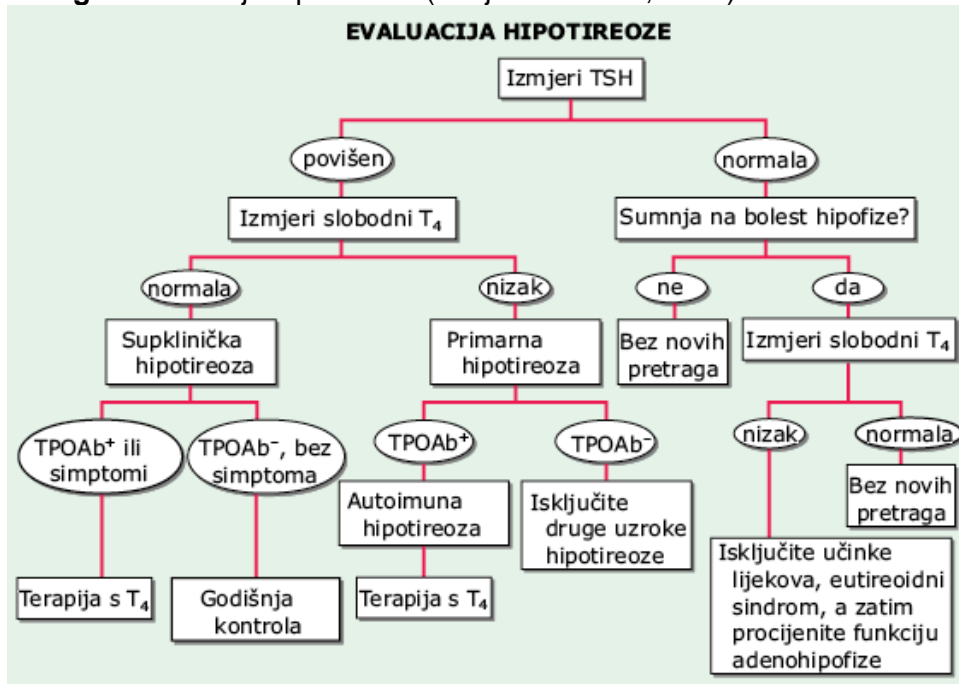
Vrkljan M, Altabas V (2018) HeMED: Bolesti štitnjače. <https://hemed.hr/Default.aspx?sid=15658>. Pristupljeno 1. kolovoza 2024.

World Health Organization, United Nations Children's Fund, and International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. World Health Organization, 2007.

[https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827\\_eng.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827_eng.pdf) Pristupljeno 10. kolovoza 2024.

## PRILOZI

Prilog 1. Evaluacija hipotireoze (Vrkljan i Altabas, 2018)



Prilog 2. Evaluacija tireotoksikoze (Vrkljan i Altabas, 2018)

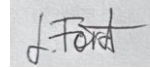


**Prilog 3.** Skraćenice korištene u radu

T3	Trijodtironin
T4	Tiroksin
TPO	Tiroidna perokidaza
Tg	Tireoglobulin
TSH	Tireotropin
MIT	Monojodtirozin
DIT	Dijodtirozin
TRH	Tireotropin-oslobađajući hormon
HT	Hashimoto tireoditis
GD	Gravesova bolest
fT3	Slobodni trijodtironin
fT4	Slobodni tiroksin
TBG	Tiroksin vezujući globulin
hCG	Humani korionski gonadotropin
TT3	Ukupni trijodtironin
TT4	Ukupni tiroksin
CAM	Komplementarna i aletrnativna medicina
NIH	Nacionalni institut za zdravlje
NCCIH	Nacionalni centar za komplementarno i integrativno zdravlje
LEVO natrij	Levotiroksin natrij
IU	Internacionalna jedinica
TPOAb	Tiroid peroksidaza antitijela

## Izjava o izvornosti

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



---

Vlastoručni potpis