

# Povezanost koncentracije joda s upalnim i antropometrijskim obilježjima i tjelesnom kompozicijom u mlađih odraslih osoba

---

Dusper, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Medicine Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:152:045366>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Medicine Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**

**SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I**

**DIPLOMSKI STUDIJ MEDICINE**

**Ivan Dusper**

**POVEZANOST KONCENTRACIJE JODA  
S UPALNIM I ANTROPOMETRIJSKIM  
OBILJEŽJIMA I TJELESNOM  
KOMPOZICIJOM U MLADIH ODRASLIH  
OSOBA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**

**SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I**

**DIPLOMSKI STUDIJ MEDICINE**

**Ivan Dusper**

**POVEZANOST KONCENTRACIJE JODA  
S UPALNIM I ANTROPOMETRIJSKIM  
OBILJEŽJIMA I TJELESNOM  
KOMPOZICIJOM U MLADIH ODRASLIH  
OSOBA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

Rad je ostvaren u: Medicinski fakultet Osijek

Mentorica rada: izv. prof. prim. dr. sc. Tatjana Bačun, dr. med.

Komentorica rada: prof. dr. sc. Ines Banjari

Rad ima 30 listova i 4 tablice.

## **ZAHVALA**

*Želim se zahvaliti mentorici, izv. prof. prim. dr. sc. Tatjani Bačun, dr. med. i komentorici. prof. dr. sc. Ines Banjari, koje su svojim uputama, suradnjom, podrškom i velikom stručnošću pridonijele izradi diplomskog rada te dr. sc. Kristini Kralik na pomoći oko statističke obrade podataka.*

*Zahvaljujem i svim prijateljima koji su bili uz mene i pružali mi pomoć tijekom izrade diplomskog rada, a posebno sam zahvalan djevojci koja mi je bila najveći oslonac, podrška i „svjetlost“, tijekom ovog perioda.*

*Možda čak i najveću zahvalnost osjećam prema obitelji koja mi je ljubavlju, podrškom i razumijevanjem olakšala cijelo školovanje, a naročito sam zahvalan majci čije su mi riječi i savjeti bili najveća utjeha u teškim trenucima.*

## SADRŽAJ

POPIS KRATICA.....	III
1. UVOD.....	1
1.1. Povezanost joda i štitnjače .....	1
1.2. Utjecaj joda na imunosni sustav.....	3
1.3. Utjecaj joda na antropometrijska obilježja i tjelesnu kompoziciju .....	5
1.4. Procjena unosa joda.....	5
1.4.1. Nedostatan unos joda.....	6
1.4.2. Prekomjeran unos joda .....	7
2. HIPOTEZA.....	8
3. CILJEVI.....	9
4. ISPITANICI I METODE .....	10
4.1. Ustroj studije .....	10
4.2. Ispitanici .....	10
4.3. Metode.....	10
4.3.1. Prehrambeni unos joda .....	10
4.3.2. Analiziranje koncentracije joda u urinu.....	10
4.3.3. Određivanje upalnih obilježja.....	11
4.3.4. Mjerenje tjelesne kompozicije i antropometrijskih obilježja .....	11
4.4. Statističke metode .....	11
5. REZULTATI.....	12
6. RASPRAVA .....	15
7. ZAKLJUČAK.....	20
8. SAŽETAK.....	21

9. SUMMARY .....	22
10. LITERATURA.....	23
11. ŽIVOTOPIS .....	29
12. PRILOZI.....	
12.1. Semikvantitativni upitnik za procjenu unosa hrane bogate jodom tijekom posljednjih 30 dana .....	

## POPIS KRATICA

CRP – C-reaktivni protein

ITM – indeks tjelesne mase

NLR – omjer neutrofila i limfocita (*engl. Neutrophil-to-lymphocyte ratio*)

PPAR- $\gamma$  – receptor za aktivator proliferacije peroksisoma-gama (*engl. Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma*)

T<sub>3</sub> – trijodtironin

T<sub>4</sub> – tiroksin

TNF- $\alpha$  – tumor-nekrotizirajući faktor alfa

TSH – tireotropni hormon



## 1. UVOD

Jod je mineral koji se klasificira kao element u tragovima. Tako ga nazivamo jer je za normalnu funkciju organizma potrebno unošenje u vrlo malim količinama. Većina joda u tijelu nalazi se u štitnjači. Njegova najbitnija uloga u ljudskom organizmu je upravo u stvaranju hormona i održavanju optimalne funkcije štitnjače (1). Također je vrlo bitan za neuralni razvoj, razvoj srca i bubrega te je zbog toga preporučeno uzimanje veće količine joda tijekom trudnoće. Kod trudnica, potrebe za jodom povećavaju se za više od 50 %, a manjak joda u trudnoći može dovesti do hipotireoze te u najgorem slučaju do kretenizma (2). Jod je od ključne važnosti i kod dojenja. Tijekom dojenja jod se koncentrira u mliječnim žlijezdama te se izlučuje majčinim mlijekom. Na taj način dojenče dobiva dovoljnu količinu joda potrebnu za daljnji razvoj (3). Jod se također nakuplja u jajnicima i potreban je za adekvatan razvoj folikula i ovulaciju (4). Prema najnovijim istraživanjima jod igra bitnu ulogu u regulaciji imunološkog sustava. Djeluje kao antioksidans, prooksidans te djeluje protuupalno, regulacijom otpuštanja citokina i raznih drugih upalnih komponenata (5).

Jod se najvećim dijelom unosi u organizam prehranom, naročito putem jodirane soli. Osim u soli, značajne količine joda pronalazimo u ribi, škampima, morskim algama te ostalim morskim plodovima. Jod također možemo pronaći u mliječnim proizvodima i jajima. U voću i povrću nalazimo male količine joda, koje ovise o koncentraciji joda u zemlji, uporabi gnojiva i načinu irigacije zemlje (6). Jod unesen hranom reducira se u želudcu i tankom crijevu u jodid koji se zatim apsorbira. Apsorbira se gotovo sav jod koji se unese. Nakon što se apsorbira, glavina jodida u cirkulaciji iskorištava se za proizvodnju hormona štitnjače. Manja količina jodida raspoređuje se u tkivo dojke, jajnike, suzne žlijezde, žlijezde slinovnice, želudac te stanice imunskog sustava, a višak jodida, koji tijelu nije potreban, odlazi u bubrege i izlučuje se putem mokraće (7).

### 1.1. Povezanost joda i štitnjače

Za potrebe stvaranja tiroidnih hormona, hranom se treba unositi minimalno 1 mg jodida tjedno. Jodid unesen hranom gotovo se u potpunosti apsorbira u krvotok, a zatim ulazi u tireocite preko natrij/jod kotransportera, procesom nazvanim "hvatanje jodida". Kotransporter u stanicu prenosi

jedan ion jodida zajedno s dva iona natrija. Na proces hvatanja jodida najviše utječe koncentracija tireotropnog hormona (TSH). Povećana koncentracija TSH, potiče aktivnost natrij/jod kotransportera i tako povećava koncentraciju jodida u štitnjači. Za potrebe stvaranja hormona, jodid iz stanice treba prijeći u folikul štitnjače. Jodid se prenosi u folikul preko pendrina. Pendrin je transporter koji zamjenjuje jodid s kloridom i tako održava elektronski balans u stanicama štitnjače i folikulu. Idući važan korak u ciklusu jodida je oksidacija. Enzim peroksidaza s pridruženim vodikovim peroksidom igra glavnu ulogu u oksidaciji. Enzim se nalazi na apikalnoj membrani stanice gdje spremno dočekuje jodid, nakon što se transportira pomoću pendrina. Oksidirani oblik joda je sposoban direktno se vezati na tirozin. Tirozin za koji se jod treba vezati, nalazi se u tireoglobulinu. Nakon što je stvoren, tireoglobulin se također prenosi u folikul štitnjače gdje dolazi do vezanja oksidiranog oblika joda s tireoglobulinom, u procesu zvanom „organifikacija“ tireoglobulina. Povezivanjem joda sa tirozinom nastaje monojodtirozin, a dodavanjem još jednog atoma joda nastaje dijodtirozin. Hormoni štitnjače nastaju upravo spajanjem ovih jodtirozinskih ostataka. Spajanjem dvije molekule dijodtirozina nastaje tiroksin ( $T_4$ ), a spajanjem molekule monojodtirozina s molekulom dijodtirozina nastaje trijodtironin ( $T_3$ ). Hormoni koji su se stvorili ostaju pohranjeni u folikulu štitnjače unutar tireoglobulina (8).

Molekule tiroksina i trijodtironina, prije nego što se otpuste u krvotok, moraju se odvojiti od tireoglobulina. Tireoglobulin se pinocitozom prenosi u stanicu gdje se spajanjem pinocitoznog mjehurića i lizosoma stvara probavni mjehurić unutar kojeg se tireoglobulin razgrađuje te dolazi do oslobađanja tiroksina i trijodtironina. Slobodni tiroksin i trijodtironin prelaze zatim difuzijom u okolne kapilare. Dio jodiranog tirozina se ne iskorištava za stvaranje hormona. Prilikom razgradnje tireoglobulina ti jodirani tirozini se otpuštaju u citoplazmu stanice gdje se pomoću enzima dejodinaze jod odcjepljuje iz molekule te ga štitnjača ponovno može koristiti za stvaranje hormona (8).

Tiroksin se u krvi nalazi u znatno većim količinama nego trijodtironin. Hormoni pasivnom difuzijom ulaze u stanicu (9). Nakon ulaska u stanicu većina se tiroksina, uklanjanjem jedne molekule joda, pretvara u trijodtironin. Trijodtironin ima vrlo visok afinitet vezanja za unutarstanične receptore i zbog toga čini 90 % hormona štitnjače vezanih za receptore. Hormoni štitnjače vežu se za receptore unutar jezgre te ih aktiviraju. Na taj se način modulira transkripcija različitih gena koji su zaslužni za učinke tiroidnih hormona (8).

Neki od učinaka hormona štitnjače su poticanje stanične metaboličke aktivnosti, poticanje rasta, povećanje bazalnog metabolizma, poticanje mišićne kontrakcije, djelovanje na kardiovaskularni, respiratorni i probavni sustav te mnogi drugi (9). Hormoni štitnjače potiču staničnu metaboličku aktivnost u gotovo svim tkivima u organizmu. Na taj se način bazalni metabolizam može povećati i do 100 % (8). Koliko je bitan utjecaj hormona štitnjače na rast i razvoj najbolje je vidljivo kod novorođenčadi koja su imala hipotireozu. Ukoliko nisu bila adekvatno liječena uočen je slabiji rast i razvoj mozga te različit stupanj mentalne zaostalosti (10). Hormoni štitnjače također utječu na metabolizam ugljikohidrata, masti te proteina. Uočeno je i smanjenje tjelesne mase kod povećanog lučenja hormona, dok se kod smanjenog lučenja hormona uočava povećanje tjelesne mase (8). Tiroidni hormoni imaju utjecaj i na spavanje. Kod hipertireoze osobe osjećaju stalni umor, ali svejedno imaju problema s usnivanjem i održavanjem sna. Kod hipotireoze osobe produljeno spavaju, ali također imaju slabiju kvalitetu sna te zbog toga osjećaju umor (11).

## **1.2. Utjecaj joda na imunosni sustav**

Da jod ima utjecaj na imunosni sustav, dobro je poznato već dugi niz godina. Jedan od najpoznatijih spojeva koji se koristi za antisepsu je povidon jod. Budući da povidon sam po sebi nema mikrobicidno djelovanje, sve zasluge za održavanje antiseptiku pripisuju se upravo jodu (12). U istraživanjima koja su koristila povidon jod za tretiranje topikalnih rana, dokazano je da jod ima širok antimikrobni spektar djelovanja te da posjeduje protuupalna svojstva (13 – 15).

Osim direktnog učinka joda na imunosni sustav, njegov utjecaj se može pratiti i preko hormona štitnjače za čije je stvaranje ključan. Hormoni štitnjače reguliraju djelovanje urođenog i stečenog imunosnog sustava, utječući na skoro sve stanice imunosnog sustava (16). Kod makrofaga potiču fagocitozu i stvaranje slobodnih radikala te je kod smanjene razine hormona uočena veća učestalost egzacerbacija bolesti (17). Potiču sazrijevanje dendritičkih stanica te pojačavaju njihovu sposobnost stimulacije limfocita T. Također su ključni za optimalnu funkciju neutrofila, gdje utječu na migraciju neutrofila i stvaranje slobodnih kisikovih radikala. Kod monocita također potiču migraciju, ali i stvaranje citokina i pretvorbu u makrofage. Unutar limfocita T i B nađeni su receptori za hormone štitnjače. Točni mehanizmi djelovanja nisu još u potpunosti poznati, ali se zna da sudjeluju u proliferaciji i aktivaciji limfocita T i B (16).

Sam jod djeluje kao antioksidans u našem tijelu, a taj učinak postiže na dva načina. Prvi način je taj da oksidirani jod djeluje kao elektron donor neutralizirajući slobodne kisikove radikale. Drugi, kompleksniji način, je da vezanjem joda za višestruko nezasićene masne kiseline u membrani stanica dolazi do promjene u kojoj stanice postaju manje osjetljive na slobodne radikale (5). Provedeno je istraživanje u kojem je dokazano da molekularni jod ima 10 puta jače antioksidativno djelovanje od askorbinske kiseline (vitamina C) i čak 50 puta jače djelovanje od kalijeva jodida (18).

Jod također direktno djeluje modulirajući imunosni odgovor. U određenoj situaciji može poticati upalni odgovor, a u drugoj djelovati protuupalno. Dokazano je da prilikom oštećenja stanica, koje nije uzrokovano infektivnim antigenima, jod potiskuje imunosnu reakciju, sprječavajući stvaranje slobodnih radikala, smanjujući kemotaksiju i degranulaciju neutrofila i mastocita te inhibirajući sustav komplementa (5). Također je uočeno da se u ovakvoj situaciji, unutar makrofaga, smanjuje proizvodnja tumor-nekrotizirajućeg faktora alfa (TNF- $\alpha$ ) i dušikovog oksida (NO) (19).

U slučaju da se nađe infektivni, izvanstanični antigen u cirkulaciji, jod potiče fagocitozu antigena te kemotaksiju neutrofila. Potiče i sekreciju citokina preko kojih dolazi do diferencijacije limfocita T i makrofaga (5). Nakon što je mikroorganizam fagocitozom unesen u stanicu, jod se dodatno može oksidirati pomoću mijeloperoksidaze. Na taj se način stvaraju slobodni radikali joda koji uništavaju bakteriju (20).

U slučaju virusne infekcije, odnosno infekcije izazvane unutarstaničnim uzročnikom, jod potiče aktivaciju pomoćničkih T stanica tip 1 i pojačava proizvodnju citokina. Rezultat svega toga je proliferacija i aktivacija efektorskih stanica te uništavanje mikroorganizma (5).

Poznato je i da jod može poticati apoptozu te da može djelovati antiproliferacijski na stanice tumora. Apoptoza tumorskih stanica postiže se na dva načina, direktnim i indirektnim putem (5). Direktnim putem oksidirani jod uzrokuje rasipanje membranskog potencijala unutar mitohondrija, uzrokujući mitohondrijski posredovanu smrt stanice (21). Indirektnim putem dolazi do spajanja joda s arahidonskom kiselinom, stvarajući 6-jodolakton koji uzrokuje aktivaciju receptora za aktivator proliferacije peroksisoma-gama (*engl. Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma*, PPAR- $\gamma$ ). Aktivacija PPAR- $\gamma$  receptora uzrokuje apoptozu stanica (22).

### 1.3. Utjecaj joda na antropometrijska obilježja i tjelesnu kompoziciju

Dobro je poznato da hormoni štitnjače utječu na bazalni metabolizam. Pri vrlo visokim razinama hormona, bazalni metabolizam se povisi za 60 do 100 %, dok se pri niskim razinama hormona bazalni metabolizam smanjuje do polovice normalne vrijednosti. Hormoni štitnjače također utječu na metabolizam masti i ugljikohidrata. Potiču sve oblike metabolizma masti, ali većinski djeluju tako da mobiliziraju lipide iz masnog tkiva, smanjujući masne zalihe. Kao rezultat svega, pri vrlo visokim razinama hormona uočava se smanjenje tjelesne mase, masnog tkiva i indeksa tjelesne mase (ITM) (8). Prema posljednjim istraživanjima jod, upravo preko hormona štitnjače, ima utjecaj na regulaciju tjelesne težine. Snižene razine joda u urinu bile su povezane s pretilošću i povećanim ITM (23).

U svrhu opisivanja veličine i proporcije tijela koriste se antropometrijska obilježja. Njima se može utvrđivati stupanj pretilosti. Za utvrđivanje pretilosti mjeri se opseg struka, opseg bokova te opseg nadlaktice, također se računa i ITM. Sam ITM nam nije dovoljno dobar pokazatelj pretilosti, jer je pretilost obilježena porastom masnog tkiva, a povišen ITM ne mora ujedno značiti da netko ima povišenu količinu masnog tkiva. Upravo nam zbog ovoga, antropometrijska mjerenja daju potpuniju sliku proporcije tijela i služe nam kao pomagalo u dijagnosticiranju pretilosti (24).

Tjelesna kompozicija daje uvid u prehrambene navike čovjeka i njegov stupanj tjelesne aktivnosti. Ima više načina mjerenja tjelesne kompozicije. Najčešće se mjeri antropometrijski, mjerenjem ITM, mjerenjem debljine kožnih nabora te metodom bioelektrične impedancije. Mjerenjem tjelesne kompozicije dobije se uvid u postotak masnog tkiva i postotak nemasnog tkiva. Postotak nemasnog tkiva se u nekim slučajevima raspodijeli na postotak mišićnog i koštanog tkiva (25).

### 1.4. Procjena unosa joda

Kao što je već ranije navedeno, većina joda u organizmu unese se prehranom. Tako je Svjetska zdravstvena organizacija odredila preporučene dnevne unose joda te preporučene vrijednosti joda u urinu.

Preporučeni dnevni unos joda iznosi:

- 90 µg za djecu od 2 do 5 godina

- 120 µg za djecu od 6 do 9 godina
- 150 µg za djecu stariju od 10 godina i odrasle

Iznimke su trudnice i dojilje kojima je preporučan unos između 200 i 250 µg joda dnevno (26).

Jodni status se određuje pomoću koncentracije joda u mokraći, a odražava i prati unos joda prehranom. Budući da se većina unesenog joda izlučuje mokraćom, upravo se koncentracija joda u mokraći gleda kao adekvatan marker unosa joda (27).

Procijenjene vrijednosti jodnog statusa su:

- < 20 µg/L - izrazit nedostatak joda
- 20 - 49 µg/L - umjeren nedostatak joda
- 50 - 99 µg/L - blagi nedostatak joda
- 100 - 199 µg/L - dostatan unos joda
- 200 - 299 µg/L - više nego dostatan unos joda
- ≥ 300 µg/L - prekomjeren unos joda

I ovdje su iznimke trudnice kod kojih je dostatan unos joda pri vrijednostima od 150 do 250 µg/L (28).

### **1.4.1. Nedostatan unos joda**

Smanjen unos joda može rezultirati raznim metaboličkim poremećajima koji se kod odraslih najčešće manifestiraju kao gušavost (27). Guša je naziv za povećanje štitnjače netumorskog i neupalnog porijekla. Zbog nedostatnog unosa joda dolazi do smanjenog stvaranja T<sub>3</sub> i T<sub>4</sub> što dovodi do porasta lučenja TSH. Pod utjecajem TSH štitnjača se povećava i pokušava vratiti organizam u eutiroidno stanje. Kod većine se manifestira kao asimptomatsko povećanje, ali kod nekih pojedinaca može doći do kompresije okolnih struktura. Simptomi uzrokovani kompresijom su otežano disanje, otežano gutanje, promuklost i venska kongestija vrata i lica. Ukoliko dođe do prevelike kompenzatorne proizvodnje hormona štitnjače te pojave toksične guše, nedostatak unosa joda može se očitovati i znakovima hipertireoze (9).

Nedostatak joda također može uzrokovati i hipotireozu koja je najčešće praćena pojavom guše (27). Neki od simptoma hipotireoze su umor, malaksalost, depresija, pretilost, slabo podnošenje napora i hladnoće te opadanje kose (9).

Smanjen unos joda može biti posebno opasan kod trudnica, jer može doći do fetalne hipotireoze. Blaži nedostatak joda dovodi do manjih neuroloških odstupanja, dok izrazit nedostatak joda može uzrokovati kretinizam. Kretinizam je obilježen smanjenim intelektualnim sposobnostima, niskim rastom, gluhoćom te spasticitetom (29). Nedostatak joda se također povezuje sa smanjenjem mogućnosti začeća. U istraživanju u kojem se gledala koncentracija joda u urinu i mogućnost začeća žena reproduktivne dobi, unutar 5 godina, došlo je do spoznaje da žene s umjerenim i izrazitim nedostatkom joda imaju 46 % manje šanse za oplodnju (30).

Uočeno je i da ljudi s nedostatnim unosom joda češće obolijevaju te imaju slabiju funkciju imunosnog sustava (31).

### **1.4.2. Prekomjieran unos joda**

Ljudsko tijelo može se dosta dobro prilagoditi visokim dozama joda, ali ipak prekomjieran unos tijekom dužeg vremena može biti štetan. Gornja granica unosa joda još nije točno utvrđena, ali se u većini slučajeva gleda da je u odrasloj populaciji konzumiranje 1 100 µg joda dnevno prekomjerno i potencijalno štetno (32).

Prekomjieran unos joda može uzrokovati gušavost i to je najviše zamijećeno u područjima u kojima su osobe prethodno bile izložene nedostatku joda (33). Visoka razina joda dovodi i do pojava hipotireoze, jer prilikom povećane koncentracije jodida u krvotoku dolazi do smanjenja organifikacije tireoglobulina te smanjenog unosa jodida u stanice štitnjače. Kao posljedica može doći do smanjene proizvodnje hormona štitnjače. Ova pojava se naziva Wolff-Chaikoffov efekt (34). Povećan unos joda također povećava rizik od nastanka autoimunog oštećenja štitnjače te karcinoma štitnjače (33). Jod rijetko može uzrokovati i hipertireozu. Najčešće se viđa kod primjene egzogenog joda, gdje kod određenih osoba umjesto da dođe do smanjene proizvodnje hormona štitnjače, dolazi do prekida Wolff-Chaikoffovog efekta te se akutno povećava stvaranje hormona i može doći do tireotoksikoze. Ovo stanje, gdje dolazi do prekida jodom regulirane negativne povratne sprege, naziva se Jod-Basedow sindrom (35).

**2. HIPOTEZA**

Koncentracija joda u urinu u eutiroidnih osoba povezana je s upalnim i antropometrijskim obilježjima i tjelesnom kompozicijom.



### 3. CILJEVI

Ciljevi istraživanja su:

- ispitati prehrambeni unos joda u mlađih odraslih osoba
- odrediti koncentraciju joda u urinu u mlađih odraslih osoba
- ispitati povezanost koncentracije joda i upalnih obilježja
- ispitati povezanost koncentracije joda i tjelesne kompozicije
- ispitati povezanost koncentracije joda i antropometrijskih obilježja

### 4. ISPITANICI I METODE

#### 4.1. Ustroj studije

Presječno istraživanje (36).

#### 4.2. Ispitanici

U istraživanju su bile uključene mlađe odrasle osobe u dobi od 19 do 24 godine, oba spola, koje su dobrovoljno pristale na sudjelovanje. Istraživanje je provedeno na Medicinskom fakultetu Osijek.

Isključni kriteriji su bili dijagnosticirana bolest štitnjače i poremećaj metabolizma joda.

Veličina uzorka je 70, od čega 35 muškaraca i 35 žena.

#### 4.3. Metode

##### 4.3.1. Prehrambeni unos joda

Prehrambeni unos joda odredio se primjenom semikvantitativnog upitnika (sFFQ) kojim se procjenjuje unos hrane koja je prirodno bogata jodom, uključujući sol, tijekom posljednjih 30 dana (Prilog 12.1.). Ispitanicima je ponuđena srednja veličina porcije kao i učestalost konzumacije. Veličina porcije se određivala kao mala, srednja i velika, a učestalost konzumacije je mogla varirati od više puta dnevno do rjeđe od jednom mjesečno. Ispitanicima je bilo ponuđeno 49 često korištenih namirnica. Izračun unosa joda hranom se zatim napravio programom MeDietetic.

##### 4.3.2. Analiziranje koncentracije joda u urinu

Ispitanici su zamoljeni da prikupe prvi jutarnji urin u posudice, koje su im uručene nakon što su potpisali suglasnost za sudjelovanje u istraživanju. Uzorci urina čuvali su se do analize na vrlo niskoj temperaturi (na -80 °C, na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek). Koncentracija joda u urinu odredila se spektrofotometrijskom metodom. Uzorci urina su se kuhali s amonijevim persulfatom, nakon čega nastali jodid reducira cerij amonij sulfat od žutog obojenja do obezbojenja ovisno o količini prisutnog jodida (Sandell-Kolthoff reakcija). Koncentracija joda izražava se u

$\mu\text{g/L}$  urina, a izračunavala se preko standardne krivulje koja se radi u rasponu od 0 do 300  $\mu\text{g I}_2/\text{L}$ . Očitavanje apsorbancije se radilo na valnoj dužini od 420 nm. Mjerenje koncentracije joda u urinu provelo se u laboratoriju Katedre za prehranu, Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek.

### 4.3.3. Određivanje upalnih obilježja

Ispitanicima se za određivanje vrijednosti C-reaktivnog proteina (CRP) te omjera neutrofila i limfocita (*engl. Neutrophil-to-lymphocyte ratio*, NLR) uzorkovala krv, venepunkcijom iz kubitalne vene. Vrijednost CRP-a se odredila u uzorku seruma dobivenog iz krvi uzorkovane u epruvetu bez aditiva, imunoturbidimetrijskom metodom na automatiziranom analizatoru DxC 700AU (Beckman Coulter, Indianapolis, SAD). Omjer neutrofila i limfocita izračunao se iz kompletne i diferencijalne krvne slike, u uzorku pune krvi uzete u epruvetu s K3EDTA kao antikoagulansom, na hematološkom brojaču DxH 900 (Beckman Coulter, Indianapolis, SAD).

### 4.3.4. Mjerenje tjelesne kompozicije i antropometrijskih obilježja

Tjelesna kompozicija mjerila se pomoću vage Omron BF500, metodom bioelektrične impendancije. Antropometrijska obilježja, koja obuhvaćaju opseg struka i opseg nadlaktice, mjerila su se krojačkim metrom na Medicinskom fakultetu Osijek.

## 4.4. Statističke metode

Kategorički podaci su predstavljeni apsolutnim i relativnim frekvencijama. Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Shapiro-Wilkovim testom. Kontinuirane varijable prikazane su medijanom i granicama interkvartilnog raspona. Ocjena povezanosti dana je Spearmanovim koeficijentom korelacije (Rho).

Razina značajnosti postavljena je na  $\alpha = 0,05$ . Za analizu podataka korišten je statistički program MedCalc® Statistical Software version 22.023 (*MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2024*).

## 5. REZULTATI

Istraživanje je provedeno na 70 ispitanika, od kojih je po 35 (50 %) muškog ili ženskog spola. (Tablica 1).

*Tablica 1. Raspodjela ispitanika prema spolu*

	Broj (%) ispitanika
Muškarci	35 (50)
Žene	35 (50)

Medijan indeksa tjelesne mase je 23,72 kg/m<sup>2</sup> u rasponu od 17,65 kg/m<sup>2</sup> do najviše 33,43 kg/m<sup>2</sup>, a procijenjenog unosa joda 624,66 µg, u rasponu od najmanje 94,07 µg do 2 672,28 µg. (Tablica 2).

*Tablica 2. Antropometrijske mjere i procijenjeni unos joda*

	Medijan (interkvartilni raspon)
Tjelesna visina [cm]	176 (169 – 183)
Tjelesna masa [kg]	72 (61 – 87)
Indeks tjelesne mase [kg/m <sup>2</sup> ]	23,72 (21,64 – 26,41)
Procijenjeni unos joda [µg]	624,66 (419,49 – 842,72)
Koncentracija joda u urinu [µg/L]	120,77 (92,3 - 160,49)

Medijan mišićnog tkiva je 32,6 %, u rasponu od najmanje 24,8 % do 45,7 %, a masnog tkiva 27,4 %, u rasponu od najmanje 7,9 % do najviše 41,8 %. Omjer opseg nadlaktice-struk je medijana 0,36, u rasponu od najmanje 0,29 do najviše 0,45. S obzirom na upalne parametre vrijednosti CRP-a su se kretale od 0,1 do 17, neutrofila od 31 % do 80 %, a limfocita od 11 % do 52 %. Omjer neutrofila i limfocita je medijana 1,53, u rasponu od 0,6 do najviše 7,27 (Tablica 3).

*Tablica 3. Mjere sredine i raspršenja tjelesne kompozicije i upalnih obilježja*

	Medijan (interkvartilni raspon)
Mišićno tkivo (%)	32,6 (28,9 - 37,3)
Masno tkivo (%)	27,4 (22,8 - 32,2)
Opseg struka [cm]	75,5 (68,8 - 86,6)
Opseg nadlaktice [cm]	27,8 (25 - 31)
Omjer opsega nadlaktice i struka	0,4 (0,3 - 0,4)
C-reaktivni protein	0,8 (0,3 - 1,5)
Neutrofilii (%)	52 (43,2 - 58)
Limfociti (%)	35 (30,5 - 44,2)
NLR	1,5 (1 - 1,9)

Spearmanovim koeficijentom korelacije ocijenila se povezanost joda u urinu s upalnim obilježjima, tjelesnom kompozicijom i antropometrijskim obilježjima, i uočava se da nema značajnih povezanosti između koncentracije joda u urinu s tjelesnom kompozicijom, antropometrijskim obilježjima i upalnim obilježjima (Tablica 4).

*Tablica 4. Povezanost koncentracije joda u urinu s upalnim obilježjima, tjelesnom kompozicijom i antropometrijskim obilježjima (Spearmanov koeficijent korelacije)*

	Spearmanov koeficijent korelacije Rho (P vrijednost)
	Koncentracija joda u urinu
Tjelesna visina [cm]	-0,018 (0,89)
Tjelesna masa [kg]	-0,047 (0,70)
Indeks tjelesne mase [kg/m <sup>2</sup> ]	-0,071 (0,56)
Mišićno tkivo (%)	-0,053 (0,66)
Masno tkivo (%)	0,015 (0,90)
Opseg struka [cm]	-0,074 (0,55)
Opseg nadlaktice [cm]	-0,027 (0,83)
Omjer opsega nadlaktice i struka	0,049 (0,69)
C-reaktivni protein	-0,019 (0,87)
Neutrofili (%)	-0,115 (0,34)
Limfociti (%)	0,026 (0,83)
NLR	-0,056 (0,65)

## 6. RASPRAVA

Provedeno je presječno istraživanje u kojem se pokušala utvrditi povezanost koncentracije joda u urinu i upalnih i antropometrijskih obilježja te tjelesne kompozicije u mlađih odraslih osoba. Istraživanje je provedeno na Medicinskom fakultetu Osijek, a koncentracija joda u urinu se analizirala na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek.

U istraživanju su bile uključene mlađe odrasle osobe u dobi od 19 do 24 godine. Isključni kriteriji su bili dijagnosticirana bolest štitnjače i poremećaj metabolizma joda. Dakle, istraživanje se provodilo na eutiroidnim osobama kako bi se provjerila korelacija joda s upalnim i antropometrijskim obilježjima.

Svima je već poznat utjecaj joda na sintezu i regulaciju hormona štitnjače, međutim u novije vrijeme pojavljuje se sve više informacija koje povezuju jod s raznim drugim funkcijama unutar ljudskog organizma. Neke od njih su upravo utjecaj joda na upalni odgovor te djelovanje joda kao antioksidansa i njegov utjecaj na tumorske stanice (5, 16, 18, 19, 21, 37). Nadalje, jod preko hormona štitnjače može imati utjecaj na antropometrijska obilježja i tjelesnu kompoziciju što pokazuje više radova koji su se provodili na djeci i odraslima (38, 39).

U istraživanju je sudjelovalo 70 ispitanika, od kojih je polovica ženskog spola, a druga polovica muškog spola. Svi ispitanici su studenti.

Ispitanicima se, primjenom semikvantitativnog upitnika, procjenjivao unos joda tijekom posljednjih 30 dana (Prilog 12.1.). Ponuđena je vrsta hrane te količina koju konzumiraju tijekom jednog dana. Unosom podataka u program MeDietetic dobila se procjena dnevnog unosa joda. U rezultatima je otkriveno kako je medijan prehranbenog unosa joda čak četiri puta veći od preporučenog dnevnog unosa joda za odrasle osobe, s najvišom zabilježenom vrijednosti od 2 672,28  $\mu\text{g}$ . Ove rezultate bi se moglo pripisati tipičnom načinu prehrane za ovaj dio Hrvatske koji se sastoji od hrane koja je vrlo bogata solju te navici ljudi da dosoljavaju hranu. Sve vrijednosti više od 1 100  $\mu\text{g}$  mogu biti zabrinjavajuće jer povećavaju rizik od pojave simptoma koje povezujemo s prekomjernim unosom joda (33). Za razliku od ovog istraživanja, u istraživanju provedenom u Italiji, zamijećen je smanjen unos joda. Ovi rezultati se pripisuju smanjenoj količini jodirane soli, gdje je samo 24 % konzumirane soli bilo jodirano, te smanjenom unosu hrane koja je

bogata jodom (40). Još jedno istraživanje koje se bavilo usporedbom unosa joda u raznim državama Europe je došlo do sličnog zaključka kao i istraživanje provedeno u Italiji. U većini europskih država unos joda je bio nedostatan. Od 15 država koje su imale podatke nacionalnog upitnika o unosu joda za odrasle, 7 njih je imalo neadekvatan unos joda kod svih odraslih osoba. Nadalje, utvrdilo se da su žene u čak 12 država imale nedovoljan unos joda (41).

Unatoč vrlo visokim vrijednostima unosa joda u ovom istraživanju, medijan koncentracije joda u urinu je unutar referentnih vrijednosti, koje iznose 100 – 199 µg/L. Dakle, prema jodnom statusu većina ispitanika se nalazi u skupini ljudi s dostatnim unosom joda. Ovi rezultati su dosljedni rezultatima rada provedenog 2020. godine koji prati jodni status raznih država. Od 152 države uključene u istraživanju, 118 je imalo dostatan unos joda. Također se navodi da se u zadnjih 20 godina udvostručio broj država koje spadaju u skupinu dostatnog unosa joda (42). U istraživanju koje je analiziralo jodni status djece u Hrvatskoj, između 2014. i 2019. godine, došlo je do spoznaje da djeca imaju više nego dostatan unos joda s medijanom koncentracije joda u urinu od 250 µg/L (43). Uspoređujući vrijednosti prehrambenog unosa joda i koncentracije joda u urinu kod ispitanika, postoji mogućnost da su ispitanici prilikom ispunjavanja upitnika krivo procijenili unos određenih namirnica što je doprinijelo ovako velikoj razlici u prehrambenom unosu joda i koncentraciji joda u urinu.

Tjelesna visina i tjelesna masa su unutar očekivanih vrijednosti za ciljane populaciju. Medijan indeksa tjelesne mase svrstava ispitanike u skupinu s normalnom tjelesnom masom. Samo četiri osobe imale su indeks tjelesne mase veći od 30, što ih uvrštava u kategoriju pretilih osoba. U istraživanju iz 2020. godine provedenom na području Republike Hrvatske, došlo je do spoznaje da 46,5 % osoba ima indeks tjelesne mase u rasponu od 20,0 do 24,9. Još jedna zanimljivost je da ima gotovo jednak omjer pretilih i pothranjenih osoba (44). Možemo zaključiti da se indeks tjelesne mase osoba koje su sudjelovale u istraživanju iz 2020. godine većinski poklapa s indeksom tjelesne mase osoba u ovom istraživanju.

Postotak mišićnog tkiva je u rasponu koji se može očekivati za ovu dob (45). Postotak masnog tkiva pokazuje različite rezultate za žene i muškarce. Ako uzmemo u obzir idealan postotak masnog tkiva koji iznosi od 12 do 20 % za muškarce te od 20 do 30 % za žene (46), možemo uočiti da većina muških ispitanika ima prekomjernu količinu masnog tkivo dok su ženski ispitanici većinom unutar referentnih vrijednosti.



Medijan opsega struka je niži od referentnih vrijednosti i kod muških i kod ženskih ispitanika (47). Povećana vrijednost opsega struka je uočena samo kod jednog ispitanika i kod jedne ispitanice. Medijan opsega nadlaktice je također unutar referentnih vrijednosti, koje su između 23,5 i 32 cm (48). Izdvaja se 11 ispitanika koji imaju povećan opseg nadlaktice. Kod većine se povećan opseg nadlaktice može pripisati povećanoj količini mišićnog tkiva. Sam omjer opsega nadlaktice i struka, koji se u jednom istraživanju na osobama s dijabetesom koristio kao pokazatelj povećanog mortaliteta (49), ne iskače kao značajno povišen ili smanjen.

Medijani upalnih obilježja su unutar referentnih vrijednosti, što je bilo i za očekivati, budući da su u ovom istraživanju sudjelovale zdrave, mlade odrasle osobe. Medijan C-reaktivnog proteina, koji je pokazatelj akutnog upalnog odgovora, nije bio povišen. Od svih ispitanika samo kod pet je uočeno blago povišenje C-reaktivnog proteina što se može pripisati asimptomatskoj infekciji koju su imali za vrijeme uzorkovanja krvi. Unatoč raznolikim vrijednostima neutrofila i limfocita, medijan i jednih i drugih je unutar referentnih vrijednosti. Najviša zabilježena vrijednost neutrofila je 80 %, a limfocita 52 %. Što se tiče omjera neutrofila i limfocita, koji se pokazao kao dobar pokazatelj upale i kroničnog stresa, nije zabilježeno značajno povećanje. Omjer neutrofila i limfocita može se još koristiti za razlikovanje blagih od teških infekcija. Također se zabilježilo povećanje omjera neutrofila i limfocita kod većine tumora. Medijan omjera neutrofila i limfocita je unutar normalnih vrijednosti koje iznose između 1 i 2. Vrijednosti manje od 0,7 te više od 3 mogu se smatrati patološkim (50). Samo tri ispitanika ima vrijednosti manje od 0,7, dok pet ispitanika ima vrijednosti više od 3, sa najvećim omjerom od 7,27. Takvim osobama trebalo bi savjetovati daljnje pretrage te promatranje.

Komponente imunskog sustava su prema dosadašnjim istraživanjima pod utjecajem joda. Jod djeluje na više sastavnica imunskog sustava što se otkrilo pronalaskom receptora za jod na upalnim stanicama (19). Jod ima i bitno djelovanje, moduliranjem imunskog odgovora, koje je zabilježeno u raznim istraživanjima (5, 18, 19).

Spearmanovim koeficijentom korelacije otkrilo se da nema značajne povezanosti između koncentracije joda u urinu s antropometrijskim obilježjima i tjelesnom kompozicijom. Tjelesna visina, tjelesna masa i indeks tjelesne mase imaju neznatnu i negativnu korelaciju s koncentracijom joda. Većina drugih radova bazirala se na djeci kao glavnoj skupini ispitanika kada se gledala korelacija joda i indeksa tjelesne mase. U istraživanju u Meksiku pronađena je značajna, pozitivna

korelacija između koncentracije joda u urinu i indeksa tjelesne mase (51). Za razliku od toga u istraživanju provedenom u Italiji, pretiła djeca imala su manje koncentracije joda u urinu od djece koja su normalne tjelesne težine (52). Nadalje, istraživanje u Kini provedeno na osobama starijim od 18 godina koje je pratilo povezanost metaboličkog sindroma i koncentracije joda u urinu, također je sadržavalo podatke o indeksu tjelesne mase. Među tim podacima pronađena je statistički značajna i pozitivna korelacija između koncentracije joda u urinu i indeksa tjelesne mase (53).

Postotak mišićnog tkiva ima neznatnu i negativnu korelaciju s koncentracijom joda u urinu, dok postotak masnog tkiva ima neznatnu i pozitivnu korelaciju. U istraživanju provedenom na zdravim osobama u Japanu, pronašla se poveznica između joda i gubitka masnog tkiva. Naime, ispitanici su uzimali tablete s prahom morske alge, koja sadrži značajnu količinu joda, te je otkriveno da su imali veći gubitak masnog tkiva nego ispitanici koji su uzimali placebo (39). U još jednom sličnom istraživanju, ispitanici su koristili tablete s koncentratom alge druge vrste, također bogate jodom, te su imali veće smanjenje masnog tkiva nego osobe koje su uzimale placebo (54). Vidranski, u svom radu koji je uspoređivao koncentraciju joda i antropometrijska obilježja kod djece, nije pronašla značajnu povezanost između postotka mišićnog tkiva i koncentracije joda u urinu što je u skladu sa rezultatima ovog istraživanja (38). Opseg nadlaktice i opseg struka imaju neznatnu i negativnu korelaciju, dok omjer opsega nadlaktice i struka ima neznatnu i pozitivnu korelaciju s koncentracijom joda u urinu.

Iako, kao što je navedeno ranije, postoje dokazi o utjecaju joda na imunski sustav, Spearmanovim koeficijentom korelacije utvrdilo se da nema značajne povezanosti upalnih obilježja s koncentracijom joda u urinu. Budući da ovo područje nije toliko istraženo, više podataka koji uspoređuju odnos joda i vrijednosti upalnih obilježja nije se moglo pronaći. C-reaktivni protein ima neznatnu i negativnu korelaciju. Nadalje, neutrofili imaju neznatnu i negativnu korelaciju, dok limfociti opet pokazuju neznatnu, ali pozitivnu korelaciju s koncentracijom joda. Omjer neutrofila i limfocita pokazuje neznatnu i negativnu korelaciju s jodom.

Zaključno treba napomenuti da je jod mikroelement koji ima veliki značaj u ljudskom organizmu. Otkriveno je da ima učinak na stvaranje hormona štitnjače te rast i razvoj. Neki od novije otkrivenih učinaka, kao što je utjecaj na imunski sustav, treba detaljnije istražiti. Budući da se posljednjih godina intenzivirao broj istraživanja koja uključuju jod, može se samo očekivati da se tako nastavi i u nadolazećim godinama. Jod sadrži veliki potencijal za proširivanjem znanja i bilo bi šteta ne

iskoristiti sve što nam je dostupno, kako bi se u konačnici što kvalitetnije moglo unaprijediti zdravlje cijele populacije.

## 7. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- ispitanici ovog istraživanja imaju prekomjeren prehrambeni unos joda
- ispitanici imaju koncentraciju joda u urinu koja odgovara skupini ljudi sa dostatnim unosom
- nije pronađena značajna povezanost koncentracije joda u urinu i upalnih obilježja
- nije pronađena značajna povezanost koncentracije joda u urinu i tjelesne kompozicije
- nije pronađena značajna povezanost koncentracije joda u urinu i antropometrijskih obilježja

## 8. SAŽETAK

**CILJ ISTRAŽIVANJA:** Ispitati prehrambeni unos joda u mladih odraslih osoba, odrediti koncentraciju joda u urinu u mladih odraslih osoba, ispitati povezanost koncentracije joda i upalnih obilježja, ispitati povezanost koncentracije joda i tjelesne kompozicije te ispitati povezanost koncentracije joda i antropometrijskih obilježja.

**NACRT STUDIJE:** Presječno istraživanje.

**ISPITANICI I METODE:** U istraživanju su bile uključene mlade odrasle osobe oba spola u dobi od 19 do 24 godine. Veličina uzorka je 70, od čega 35 muškaraca i 35 žena. Poremećaj metabolizma joda te dijagnosticirana bolest štitnjače bili su isključni kriteriji. Analizirala su se upalna i antropometrijska obilježja, tjelesna kompozicija, koncentracija joda u urinu te prehrambeni unos joda.

**REZULTATI:** U istraživanju je sudjelovalo 70 ispitanika. Medijan koncentracije joda u urinu iznosi 120,77  $\mu\text{g/L}$ , a prehrambeni unos joda je medijana 624,66  $\mu\text{g}$ . Medijan indeksa tjelesne mase je 23,72  $\text{kg/m}^2$ . Tjelesna kompozicija koja uključuje postotak mišićnog i masnog tkiva je medijana 32,6 % za mišićno tkivo i 27,4 % za masno tkivo. Medijan opsega struka iznosi 75,5 cm, a opsega nadlaktice 27,8 cm. Medijan omjera neutrofila i limfocita ima vrijednost od 1,5. Nije uočena značajna povezanost koncentracije joda u urinu niti sa jednim promatranim podatkom.

**ZAKLJUČAK:** Ispitanici ovog istraživanja imaju prekomjeran prehrambeni unos joda. Ispitanici imaju koncentraciju joda u urinu koja odgovara skupini ljudi sa dostatnim unosom. Nije pronađena značajna povezanost koncentracije joda u urinu s upalnim i antropometrijskim obilježjima i tjelesnom kompozicijom.

**KLJUČNE RIJEČI:** antropometrija, jod, tjelesna kompozicija, upala

**9. SUMMARY****THE CORRELATION OF IODINE CONCENTRATION WITH INFLAMMATORY AND ANTHROPOMETRIC PROPERTIES AND BODY COMPOSITION OF YOUNG ADULTS**

**OBJECTIVS:** To examine the dietary intake of iodine in young adults, to determine the concentration of iodine in urine in young adults, to examine the relationship between iodine concentration and inflammatory features, to examine the relationship between iodine concentration and body composition, and to examine the relationship between iodine concentration and anthropometric characteristics.

**STUDY DESIGN:** A cross-sectional study.

**PARTICIPANTS AND METHODS:** Young adults between the ages of 19 and 24, of both sexes, were included in the study. The sample size is 70, of which 35 are men and 35 are women. Exclusion criteria were iodine metabolism disorder and diagnosed thyroid disease. Inflammatory and anthropometric characteristics, body composition, iodine concentration in urine and dietary iodine intake were analyzed.

**RESULTS:** 70 subjects participated in the research. The median iodine concentration in urine is 120,77 µg/L, and the median dietary iodine intake is 624,66 µg. The median body mass index is 23,72 kg/m<sup>2</sup>. Body composition, which includes the percentage of muscle and fat tissue, is a median of 32,6 % for muscle tissue and 27,4 % for fat tissue. The median waist circumference is 75,5 cm, and the median upper arm circumference is 27,8 cm. The median neutrophil-to-lymphocyte ratio has a value of 1,5. No significant association was observed between iodine concentration in urine and any measured parameter.

**CONCLUSION:** The subjects of this research have an excessive dietary iodine intake. The subjects have a concentration of iodine in their urine that corresponds with sufficient intake. No significant correlation of iodine concentration in urine with inflammatory and anthropometric characteristics and body composition was found.

**KEY WORDS:** anthropometry, body composition, inflammation, iodine

**10. LITERATURA**

1. Pazirandeh S, Burns D, Griffin I. Overview of dietary trace elements. U: Connor R, urednik. UpToDate. Wolters Kluwer; 2023.
2. Zimmermann MB. The Importance of Adequate Iodine during Pregnancy and Infancy. *World Rev Nutr Diet.* 2016.;115:118–24.
3. Prpić M, Franceschi M, Vidranski V, Andersson M, Zimmermann MB, Hunziker S, i ostali. Iodine status and thyroid function in lactating women and infants - a survey in the Zagreb area, Croatia. *Acta Clin Croat.* lipanj 2021.;60(2):259–67.
4. Kuehn B. Iodine Deficiency May Impair Fertility. *JAMA.* 27. veljača 2018.;319(8):760.
5. Aceves C, Mendieta I, Anguiano B, Delgado-González E. Molecular Iodine Has Extrathyroidal Effects as an Antioxidant, Differentiator, and Immunomodulator. *International Journal of Molecular Sciences.* siječanj 2021.;22(3):1228.
6. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc.* Washington, D.C.: National Academies Press; 2002. 258-290.
7. Pesce L, Kopp P. Iodide transport: implications for health and disease. *Int J Pediatr Endocrinol.* 2014.;2014(1):8.
8. Hall JE, Guyton AC. Metabolički hormoni štitnjače. U: Hall JE, Guyton AC. *Medicinska fiziologija.* 13. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. 951–63.
9. Mihić D, Bačun T, Loinjak D, Mihaljević I. Bolesti štitne žlijezde. U: Mihić D, Mirat J, Včev A, Loinjak D, Maričić L, Smolić R, i ostali. *Interna medicina.* 1.izd. Osijek: Medicinski fakultet Osijek; 2021. 1129–1149.

10. Bowden SA, Goldis M. Congenital Hypothyroidism. U: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
11. Green ME, Bernet V, Cheung J. Thyroid Dysfunction and Sleep Disorders. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021.;12:725829.
12. Bigliardi PL, Alsagoff SAL, El-Kafrawi HY, Pyon JK, Wa CTC, Villa MA. Povidone iodine in wound healing: A review of current concepts and practices. *Int J Surg. kolovoz* 2017.;44:260–8.
13. Beukelman CJ, van den Berg AJJ, Hoekstra MJ, Uhl R, Reimer K, Mueller S. Anti-inflammatory properties of a liposomal hydrogel with povidone-iodine (Repithel®) for wound healing *in vitro*. *Burns*. 01. rujun 2008.;34(6):845–55.
14. Eming SA, Smola-Hess S, Kurschat P, Hirche D, Krieg T, Smola H. A Novel Property of Povidon-Iodine: Inhibition of Excessive Protease Levels in Chronic Non-Healing Wounds. *Journal of Investigative Dermatology*. 01. prosinac 2006.;126(12):2731–3.
15. Leaper DJ, Durani P. Topical antimicrobial therapy of chronic wounds healing by secondary intention using iodine products. *International Wound Journal*. 2008.;5(2):361–8.
16. Wenzek C, Boelen A, Westendorf AM, Engel DR, Moeller LC, Führer D. The interplay of thyroid hormones and the immune system – where we stand and why we need to know about it. *Eur J Endocrinol*. 17. veljača 2022.;186(5):R65–77.
17. Chen Y, Sjölander M, Wang X, Altenbacher G, Hagner M, Berglund P, i ostali. Thyroid hormone enhances nitric oxide-mediated bacterial clearance and promotes survival after meningococcal infection. *PLoS One*. 2012.;7(7):e41445.
18. Aceves C, Anguiano B, Delgado G. The Extrathyronine Actions of Iodine as Antioxidant, Apoptotic, and Differentiation Factor in Various Tissues. *Thyroid. kolovoz* 2013.;23(8):938–46.



19. Bilal MY, Dambaeva S, Kwak-Kim J, Gilman-Sachs A, Beaman KD. A Role for Iodide and Thyroglobulin in Modulating the Function of Human Immune Cells. *Front Immunol.* 15. studeni 2017.;8:1573.
20. Klebanoff SJ, Kettle AJ, Rosen H, Winterbourn CC, Nauseef WM. Myeloperoxidase: a front-line defender against phagocytosed microorganisms. *J Leukoc Biol.* veljača 2013.;93(2):185–98.
21. Shrivastava A, Tiwari M, Sinha RA, Kumar A, Balapure AK, Bajpai VK, i ostali. Molecular iodine induces caspase-independent apoptosis in human breast carcinoma cells involving the mitochondria-mediated pathway. *J Biol Chem.* 14. srpanj 2006.;281(28):19762–71.
22. Aceves C, García-Solís P, Arroyo-Helguera O, Vega-Riveroll L, Delgado G, Anguiano B. Antineoplastic effect of iodine in mammary cancer: participation of 6-iodolactone (6-IL) and peroxisome proliferator-activated receptors (PPAR). *Mol Cancer.* 06. lipanj 2009.;8:33.
23. Moleti M, Mauro MD, Paola G, Olivieri A, Vermiglio F. Nutritional iodine status and obesity. *Thyroid Research.* 2021.;14.
24. Doležal K, Hrženjak R. Antropometrijske izmjere u procjeni zdravlja. *Sigurnost.* 23. prosinac 2019.;61(4):357–64.
25. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian Journal of Medical Research.* studeni 2018.;148(5):648.
26. Gunnarsdottir I, Dahl L. Iodine intake in human nutrition: a systematic literature review. *Food Nutr Res.* 09. listopad 2012.;56:10.3402/fnr.v56i0.19731.
27. Vitti P. Iodine deficiency disorders. U: Mulder J. urednik. *UpToDate.* 2022.
28. Iodine deficiency. Dostupno na adresi: <https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/iodine-deficiency>. Datum pristupa: 26.5.2024.
29. Zimmermann MB. Iodine Deficiency. *Endocrine Reviews.* 01. lipanj 2009.;30(4):376–408.

30. Mills JL, Buck Louis GM, Kannan K, Weck J, Wan Y, Maisog J, i ostali. Delayed conception in women with low-urinary iodine concentrations: a population-based prospective cohort study. *Human Reproduction*. 01. ožujak 2018.;33(3):426–33.
31. Mohamad RA. Iodine, an effective substance against the COVID-19 pandemic. *Anim Husbandry Vet Sci*. 2021.
32. Office of Dietary Supplements - Iodine. Dostupno na adresi: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iodine-HealthProfessional/>. Datum pristupa: 7.5.2024.
33. Farebrother J, Zimmermann MB, Andersson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2019.;1446(1):44–65.
34. Markou K, Georgopoulos N, Kyriazopoulou V, Vagenakis AG. Iodine-Induced Hypothyroidism. *Thyroid®*. svibanj 2001.;11(5):501–10.
35. Rose HR, Zulfiqar H, Anastasopoulou C. Jod-Basedow Syndrome. U: *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.*
36. Marušić M, i sur. *Uvod u znanstveni rad u medicini*. 6. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2019.
37. Sorrenti S, Baldini E, Pironi D, Lauro A, D’Orazi V, Tartaglia F, i ostali. Iodine: Its Role in Thyroid Hormone Biosynthesis and Beyond. *Nutrients*. prosinac 2021.;13(12):4469.
38. Vidranski V. Povezanost koncentracije joda u mokraći, antropoloških obilježja i fizičke aktivnosti djece u dobi od 6 do 12 godina. *Osijek: Medicinski fakultet Osijek; 2019.*
39. Aoe S, Yamanaka C, Ohtoshi H, Nakamura F, Fujiwara S. Effects of Daily Kelp (*Laminaria japonica*) Intake on Body Composition, Serum Lipid Levels, and Thyroid Hormone Levels in Healthy Japanese Adults: A Randomized, Double-Blind Study. *Marine Drugs*. srpanj 2021.;19(7):352.

40. Iacone R, Iaccarino Idelson P, Russo O, Donfrancesco C, Krogh V, Sieri S, i ostali. Iodine Intake from Food and Iodized Salt as Related to Dietary Salt Consumption in the Italian Adult General Population. *Nutrients*. listopad 2021.;13(10):3486.
41. Bath SC, Verkaik-Kloosterman J, Sabatier M, ter Borg S, Eilander A, Hora K, i ostali. A systematic review of iodine intake in children, adults, and pregnant women in Europe—comparison against dietary recommendations and evaluation of dietary iodine sources. *Nutrition Reviews*. 01. studeni 2022.;80(11):2154–77.
42. Zimmermann MB, Andersson M. Global endocrinology: Global perspectives in endocrinology: coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020. *European Journal of Endocrinology*. 01. srpanj 2021.;185(1):R13–21.
43. Filipan D, Vidranski V, Bosak Butković M, Blažeković I, Romić M, Mihaljević I, i ostali. Recent data on iodine intake in Croatian schoolchildren: results of 2014-2019 survey. *Eur J Clin Nutr*. listopad 2023.;77(10):959–65.
44. Maslarda D, Uršulin- Trstenjak N, Bressan L. Poremećaj u prehrani – pretilost: prehrambene navike, tjelesna aktivnosti i samoprocjena BMI u Hrvatskoj. *J appl health sci (Online)*. 04. ožujak 2020.;6(1):83–90.
45. Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of Applied Physiology*. srpanj 2000.;89(1):81–8.
46. Abernathy RP, Black DR. Healthy body weights: an alternative perspective. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 01. ožujak 1996.;63(3):448S-451S.
47. Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, i ostali. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nature Reviews Endocrinology*. 2020.;16(3):177.
48. Todorovic V, Russell C, Elia M. The ‘MUST’ Explanatory Booklet. Worcestershire: BAPEN; 2011.

49. Xiao X, Yu X, Zhu H, Zhai X, Li S, Ma W, i ostali. Arm Circumference, Arm-to-Waist Ratio in Relation to Cardiovascular and All-Cause Mortality among Patients with Diabetes Mellitus. *Nutrients*. 15. veljača 2023.;15(4):961.
50. Zahorec R. Neutrophil-to-lymphocyte ratio, past, present and future perspectives. *Bratisl Lek Listy*. 2021.;122(7):474–88.
51. García-Solís P, Solís-S JC, García-Gaytán AC, Reyes-Mendoza VA, Robles-Osorio L, Villarreal-Ríos E, i ostali. Iodine nutrition in elementary state schools of Queretaro, Mexico: correlations between urinary iodine concentration with global nutrition status and social gap index. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. kolovoz 2013.;57(6):473–82.
52. De Angelis S, Bagnasco M, Moleti M, Regalbuto C, Tonacchera M, Vermiglio F, i ostali. Obesity and Monitoring Iodine Nutritional Status in Schoolchildren: is Body Mass Index a Factor to Consider?. *Thyroid*. svibanj 2021.;31(5):829–40.
53. Shen X, Yang L, Liu YY, Zhang XH, Cai P, Huang JF, i ostali. Associations between urinary iodine concentration and the prevalence of metabolic disorders: a cross-sectional study. *Front Endocrinol*. 2023.;14.
54. Hitoe S, Shimoda H. Seaweed Fucoxanthin Supplementation Improves Obesity Parameters in Mild Obese Japanese Subjects. *Functional Foods in Health and Disease*. 30. travanj 2017.;7(4):246–62.

## 11. ŽIVOTOPIS

Ivan Dusper

Datum i mjesto rođenja:

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

30. lipnja 1998., Požega

Medicinski fakultet Osijek

Sveučilišni integrirani prijediplomski i  
diplomski studij Medicina

e-mail: ivandusper57@gmail.com

Josipa Huttlera 4, 31000 Osijek

Tel: 031/512 800

### OBRAZOVANJE

2018. – 2024.: Sveučilišni integrirani prijediplomski i diplomski studij Medicina, Medicinski fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

2017. – 2018.: Sveučilišni prijediplomski studiji Biologija, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

2013. – 2017.: Gimnazija Požega

2005. – 2013.: Osnovna škola Antuna Kanižlića Požega

### ČLANOSTVO I AKTIVNOSTI U UDRUGAMA I STUDENTSKIM SEKCIJAMA

2021.: održavanje radionice na Tjednu mozga u Osijeku

2023. – 2024.: član Studentske sekcije za infektologiju „ContagiOs“

## OSTALE AKTIVNOSTI

2021.: aktivan sudionik na studentskom kongresu „OSCON“ i koautor radova:

- Ištvanic S, Dusper I, Pušeljic N, Ćuk M, Dujmovic M, Pušeljic S; Digeorge Syndrome: A Case Series
- Dujmovic M, Ćuk M, Ištvanic S, Dusper I, Vizjak M, Pušeljic N, Kardum D; A rare case of Nonbullous congenital ichthyosiform erythroderma (NBCIE) with a compound heterozygous mutation in ALOX12B gene

2022.: aktivan sudionik na studentskom kongresu „OSCON“ i koautor radova:

- Dusper I, El Mourtada A, Dujmovic M, Ištvanic S, Ćvangić B, Duka M, Mihaljevic D; Autosomal dominant polycystic kidney disease
- Dujmovic M, El Mourtada A, Dusper I, Ištvanic S, Ćvangić B, Vidovic S, Mihaljevic D; Hepatorenal syndrome
- Duka M, Đukić S, Havliček B, Dusper I, Bartulić A; Decompensated alcoholic liver cirrhosis with hyperbilirubinemia and hepatic encephalopathy

## 12. PRILOZI

## 12.1. Semikvantitativni upitnik za procjenu unosa hrane bogate jodom tijekom posljednjih 30 dana

Procjena unosa se radi na mjesec dana. Ispunjavate **samo** polja kod namirnica koje ste prošli mjesec jeli. Ako neku namirnicu niste jeli prošli mjesec, precrtajte ju. Isto napravite i kod više proizvoda u jednoj rubrici, npr. *Ostali mesni proizvodi (salame, paštete, hrenovke)*.

Količinu koju ste pojeli upisujete pod **Vaša porcija** i odnosi se na količinu hrane koju jedete u jednom obroku. Srednje porcije Vam služe kao orijentir i to:

- 1) ako je Vaša porcija ista kao i srednja porcija onda stavite S,
- 2) ako je Vaša porcija upola manja stavite M,
- 3) ako je Vaša porcija 1,5 do 2 puta veća stavite V.

Najbolje bi bilo upisati **točnu količinu hrane** (npr. 350 ml mlijeka, 5 jaja i sl.) koju pojedete u jednom obroku.

**Kod soli, ako ne možete procijeniti dnevnu potrošnju možete napisati i koliko dugo imate 1 kg soli u kućanstvu.**

Datum ispunjavanja upitnika: \_\_\_\_\_

NAMIRNICA	KAKO ČESTO							KOLIČINA		
	2+ X /DAN	1 X /DAN	3-5 X TJ	2-3 X TJ	1 X TJ	2-3 X MJ	1 X MJ	RJEDE	srednja porcija	Vaša porcija
Sol morska (proizvođač?)									5 g	
Sol kuhinjska (proizvođač?)									5 g	
Gazirana mineralna voda (koja)									250 ml	
Šunka (kuhana, dimljena)									2 kriške (nožem)	
Suhomesnati proizvodi									100 g	
Ostali mesni proizvodi (salame, paštete, hrenovke)									100 g	
Osluđ									1 cjela	
Skušša									1 cjela	
Pastrva									1 cjela	
Rječna riba (šaran, som, smuđ)									2 odreska ili 1 porcijaš	
Sardine									1 velika konzerva	
Haringe									1 velika konzerva	
Losos									150 g	
Tuna									1 velika konzerva	
Bakalar									150 g	
Škampi									5 kom	
Školjke									5 kom	
Hobotnica									150 g	
Jaja									2 kom	
Mlijeko kravlje									1 šalica ili 250ml	
Zamjene za mlijeko (sojino, zobeno, rižino, bademovo)									1 šalica ili 250 ml	
Sir tvrdi									1 kriška (nožem) ili 4 mašinom	
Sir svježi									1 velika jušna žlica	
Jogurti (sve vrste)									1kom ili 200ml	

Kruh bijeli									2 kriške (100 g)	
Kruh polubijeli									2 kriške (100 g)	
Kukuruzni kruh									2 kriške (100 g)	
Integralni kruh									2 kriške (100 g)	
Drugi tip kruha (koji)									2 kriške (100 g)	
Peciva (prazna, slana)									1 kom	
Kikiriki (u ljusci, prženi)									20 g (ili 2 šake)	
Sojine ljuspice, tofu i sl.									100 g	
Krumpir kuhani									300 g	
Krumpir prženi									170 g	
Batat kuhani									250 g	
Špinat									300 g	
Blitva									300 g	
Rotkvice									3 srednje ili 70 g	
Kupus, kelj									340 g	
Prokulice									200 g	
Cvjetača									230 g	
Brokula									165 g	
Grah, leća, slanutak									300 g	
Grašak									325 g	
Mahunе									340 g	
Tikvice (zelene)									330 g	
Morske alge (kao dodaci prehrani ili za pripremu azijskih jela)										
Banane									1 srednja	
Brusnice (svježe ili suhe)									100 g	

Ako koristite neku drugu sol u prehrani, molimo navedite koju:

---