

# Povezanost koncentracije joda u urinu s mišićnom masom i brzinom reakcije u mlađih odraslih osoba

---

Ištvanić, Stjepan

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:152:692842>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**



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**

**Stjepan Ištvanic**

**POVEZANOST KONCENTRACIJE JODA**  
**U URINU S MIŠIĆNOM MASOM I**  
**BRZINOM REAKCIJE U MLAĐIH**  
**ODRASLIH OSOBA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**  
**SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I**  
**DIPLOMSKI STUDIJ MEDICINE**

**Stjepan Ištvanic**

**POVEZANOST KONCENTRACIJE JODA**  
**U URINU S MIŠIĆNOM MASOM I**  
**BRZINOM REAKCIJE U MLAĐIH**  
**ODRASLIH OSOBA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

Rad je ostvaren u: Medicinski fakultet Osijek

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

Komentor rada: prof. dr. sc. Ines Banjari

Rad ima 27 listova i 3 tablice.

## **ZAHVALE**

*Mentorici prof. prim. dr. sc. Tatjani Bačun, dr. med. hvala na stručnoj i organizacijskoj pomoći u izradi ovog rada.*

*Komentorici prof. dr. sc. Ines Banjari hvala na pomoći u organizaciji istraživanja i obradi laboratorijskih uzoraka.*

*Hvala mojoj obitelji na strpljenju i pomoći.*

1. UVOD.....	1
1.1. Jod u organizmu.....	1
1.1.1. Nedostatan unos joda.....	2
1.1.2. Prekomjeran unos joda.....	3
1.2. Štitnjača.....	3
1.3. Učinak hormona štitnjače.....	3
1.3.1. Hormoni štitnjače u trudnoći, rastu i razvoju.....	4
1.4. Skeletni mišići.....	4
1.5. Sastav tijela.....	4
1.6. Brzina reakcije.....	5
2. HIPOTEZA.....	6
3. CILJEVI.....	7
4. ISPITANICI I METODE.....	8
4.1. Ustroj studije.....	8
4.2. Ispitanici.....	8
4.3. Metode.....	8
4.3.1. Procjena prehrambenog unosa joda.....	8
4.3.2. Obrada urina.....	9
4.3.3. Mjerenje mišićne mase.....	9
4.3.4. Mjerenje brzine reakcije.....	9
4.4. Statističke metode.....	9
5. REZULTATI.....	11
6. RASPRAVA.....	13
6.1. Procjena prehrambenog unosa joda.....	13
6.2. Koncentracija joda u urinu.....	13
6.3. Mišićna masa.....	14
6.4. Brzina reakcije.....	14
7. ZAKLJUČAK.....	16

8. SAŽETAK.....	17
9. SUMMARY.....	18
10. LITERATURA.....	19
11. ŽIVOTOPIS.....	23
12. PRILOZI.....	26
12.1. sFFQ kojim se procjenjuje unos hrane prirodno bogate jodom, uključujući sol, tijekom zadnjih 30 dana.....	26

## **POPIS KRATICA**

BR – brzina reakcije

D2 – dejodaza 2

D3 – dejodaza 3

MBI – metoda bioelektrične impedancije

MKJ – medijan koncentracije joda u urinu

sFFQ – semikvantitativni upitnik o učestalosti konzumacije namirnica

SM – skeletni mišići

ST – sastav tijela

TSH – tireotropni hormon

T3 – trijodtironin

T4 – tiroksin



## 1. UVOD

Jod je 1811. godine otkrio Bernard Courtois tijekom prerade algi u kojima se oslobađa ljubičasta para (1). U periodnom sustavu elemenata ima redni broj 53, a atomska mu je masa 126,904 (1). Ime dolazi od grčke riječi *iodes*, što znači ljubičast (1). Louis Joseph Gay-Lussac ga je 1814. godine identificirao kao novi element i dao mu ime jod (1). Jod je važan za normalnu sintetsku funkciju štitnjače (2, 3). 1895. godine pronađen je unutar štitnjače, a 1917. godine otkriveno je da manjak joda uzrokuje uvećanu štitnjaču (4). Od tada se manjak joda nastoji spriječiti jodiranjem kuhinjske soli. Prve programe prevencije manjka joda jodiranjem kuhinjske soli uvode Švicarska i Sjedinjene Američke Države početkom drugog desetljeća dvadesetog stoljeća (4). Jod se unosi prehranom. Najviše ga se unosi jodiranom solju (5). Prirodni izvori joda jesu morska riba, školjkaši, alge, meso i mlijeko (5). U ovim namirnicama sadržaj joda uvelike ovisi o načinu uzgoja životinja i sezoni (5). Većina prehranom unesenog joda apsorbira se u krvotok, a tek oko petine biva apsorbirano u štitnjaču procesom hvatanja jodida (2). Taj proces dopušta koncentriranje joda u štitnjači. U normalnim je okolnostima koncentracija oko 30 puta veća nego u krvi (2, 6). Većina joda u tijelu, koja iznosi 15 – 20 mg, nalazi se upravo u štitnjači (5). Zdrava štitnjača može se prilagoditi visokom i niskom unosu joda (2, 3). Koncentracija u maksimalno aktivnoj štitnjači može biti i 250 puta veća od one u krvi (2, 3). U prirodi jod postoji u jodidnom ( $I^-$ ) i jodatnom ( $IO_3^-$ ) obliku (5). Kao dodatak kuhinjskoj soli koristi kalijev jodid (KI) i rjeđe kalijev jodat ( $KIO_3$ ) (5). Najviše joda nalazi se u moru (4). Kruženjem vode u ekosustavu, dolazi u zemlju i podzemne vode, a iz njih i u biljke i životinje (4, 5). Neki dijelovi Zemlje oko velikih planinskih lanaca, kao što su Alpe, Ande ili Atlas ili u poplavnim područjima južne i jugoistočne Azije, ostaju siromašni jodom zbog sporog ili nepotpunog kruženja u prirodi (4). U tim područjima ljudi su skloniji nedostatnom unosu joda, stoga je neophodno dodavanje joda u svakodnevnu prehranu (4). Svjetska zdravstvena organizacija 1990. godine utvrdila je univerzalne programe jodiranja soli (5, 7). Unatoč svim naporima, pretpostavlja se da i danas samo 70 % svjetske populacije ima pristup jodiranoj soli, dok je 30 % i dalje u povećanom riziku od deficijencije joda (5, 7). Razlog je tomu nedostatak nacionalnih programa jodiranja soli u nekim državama (7).

### 1.1. Jod u organizmu

Jod u stanice štitnjače ulazi preko natrij jodid simportera, koji u stanicu unosi dva iona natrija i jedan ion joda (2, 6). Natrij-kalij adenzin trifosfataza iz stanice izbacuje natrij te je sam unos

joda u stanicu moguće upravo zbog niske unutarstanične koncentracije natrija (2, 6). U folikul štitnjače jod dopijeva s pomoću proteina pendrina, koji je kontratransporter kloridnih i jodidnih iona (2). Za sintezu hormona štitnjače, osim joda, potreban je enzim peroksidaza i protein tireoglobulin (2, 8). Enzim peroksidaza, s vodikovim peroksidom, stvara okruženje koje pogoduje stvaranju oksidiranih jodidnih iona, a događa se u folikulu štitnjače (2, 8). Enzim se nalazi na apikalnoj membrani stanica iz kojih drugi protein potreban za sintezu hormona štitnjače, tireoglobulin, biva izbačen (2, 8). Tireoglobulin je velik protein, koji se sastoji od oko sedamdeset aminokiselina tirozina, a stvaraju ga endoplazmatski retikulum i Golgijev aparat žljezdanih stanica štitnjače (2). Proces povezivanja joda s tireoglobulinom zove se organifikacija i označava posljednji korak u sintezi hormona štitnjače prije njihove pohrane u folikule štitnjače (2). Nakon sinteze, tireoglobulin se izbacuje iz stanice kroz apikalnu membranu (2). Na njegove molekule tiroksina veže se jod i stvara monojodtirozin ili dijodtirozin (2). Dva dijodtirozina čine hormon tiroksin (T4), a jedan dijodtirozin i jedan monojodtirozin čine hormon trijodtironin (T3) (2). Jod se izlučuje urinom, moguće ga je naći i u sekretu gastrointestinalnog sustava, mliječnim žlijezdama kod dojilja, u izdahnutom zraku, a moguće ga je gubiti i kožom (8). Oko petine joda iz krvi prenese se u štitnjaču (2). Bubrežima se izlučuje preko 90 % joda (5). S obzirom na ovu činjenicu, analiza količine joda u dvadesetčetverosatnom urinu, izražena u  $\mu\text{g}$  po danu, prepoznata je kao idealna metoda za kvantifikaciju jodnog statusa u organizmu (5). Iako je ova metoda dobar pokazatelj individualnog jodnog statusa, u praksi se u istraživanjima najčešće jod analizira iz jednokratnog uzorka urina i izražava se u  $\mu\text{g}$  po litri (5, 9, 10).

### 1.1.1. Nedostatan unos joda

Nedostatan unos joda velik je javnozdravstveni problem u 21. stoljeću, posebice za žene u reproduktivnoj dobi i trudnice (5). Smanjen unos joda može uzrokovati smanjenje količine novostvorenog tiroksina, što za posljedicu ima povećanje lučenja tireotropnog hormona (TSH) (2, 8, 11). Zbog dugotrajne izloženosti povišenim razinama TSH, dolazi do povećanja štitnjače (guša) (2, 8, 11). Ostale posljedice nedostatnog unosa joda jesu hipotireoza, fizička i mentalna zaostalost u razvoju djece, spontani pobačaji i mrtvorodena djeca (7, 11, 12). Dnevna je potreba unosa joda kod odraslih  $150 \mu\text{g}$  (7, 8). Trudnice i dojilje dnevno trebaju  $200 - 250 \mu\text{g}$ , djeca  $70 - 120 \mu\text{g}$  a novorođenčad  $40 \mu\text{g}$  (7, 8). Iako je jodiranje soli smanjilo učestalost nedostatka joda, gotovo trećina svjetske populacije naseljava područja u kojima još postoji endemičan nedostatak joda (8, 13).

### 1.1.2. Prekomjieran unos joda

Najviše joda unosi se jodiranom solju (14). Mlijeko i mliječni proizvodi, plodovi mora, posebno neke vrste morske trave i voda najveći su prirodni izvori joda u ljudskoj prehrani (14). Štitnjača je organ koji se može prilagođavati povišenoj i smanjenoj dostupnosti joda (14). Odrasli ljudi bez kliničkih posljedica dugoročno mogu podnijeti unos joda do 2 g dnevno (14). Prekomjieran unos joda može prouzrokovati gušu, autoimune bolesti štitnjače, hipotireozu i hipertireozu (14).

## 1.2. Štitnjača

Štitnjača je neparni organ smješten ispod grkljana. Sastoji se od dva režnja, *lobus sinister* i *lobus dexter* (15). Spojeni su uskim dijelom tkiva koji se zove *isthmus* (15). *Isthmus* može sadržavati tračak tkiva koji se penje uzlazno prema jezičnoj kosti, a naziva se *lobus pyramidalis* (15). Štitnjača je bogato prokrvljena. Krv joj donose *arteria thyroidea superior* i *arteria thyroidea inferior* (15). Krv odnose *venae thyroideae superiores* i *venae thyroideae mediae* (15). Histološki je građena od folikula koji okružuju koloid u kojem se skladište sintetizirani hormoni i od C stanica koje luče hormon kalcitonin (2). Hormoni štitnjače, T4 i T3, snažno utječu na metabolizam u raznim tkivima u tijelu, a njihovo lučenje uvelike ovisi o TSH-u, kojeg luči adenohipofiza (2, 16). Sam TSH povratno je reguliran hormonima štitnjače (16). Hormoni štitnjače otpuštaju se tako da apikalne stanice uzimaju koloid pinocitozom (2). Probavljaju ga spajanjem s lizosomima u stanici, u kojima proteaze djeluju na tireoglobulin i stvaraju T4 i T3 (2). Nastali se hormoni tada upijaju u kapilare i bivaju otpušteni u krvotok (2). Iz krvotoka se ti hormoni unose u stanicu te se T4 unutar stanice pretvara u biološki aktivan T3 (17).

## 1.3. Učinak hormona štitnjače

Nakon ulaska u stanice ciljnih tkiva, hormoni štitnjače potiču transkripciju gena u njoj jezgri (2). Povećavaju metaboličku aktivnost stanice, aktivnost i broj mitohondrija, ubranu termogenezu i potrošnju kisika, a kontroliraju i metabolizam lipida i glukoze (2, 18, 19). Na organe djeluju poticanjem rasta i razvoja mozga, muskuloskeletnog sustava i funkcije srca, povišenjem krvnog tlaka, ubrzavanjem peristaltike i respiracije, poticanjem kontrakcije mišića i endokrine funkcije drugih žlijezda te imaju podražavajući učinak na središnji živčani sustav (2, 18, 19).

### 1.3.1. Hormoni štitnjače u trudnoći, rastu i razvoju

Hormoni štitnjače iznimno su važni u čovjekovu rastu i razvoju, posebno za vrijeme fetalnog života i ranog djetinjstva (2). Hipertireoza u trudnoći najčešće je posljedica Gravesove bolesti (20). Iako je njena incidencija niska, važno je provoditi prenatalnu dijagnostiku i probir trudnica, zbog teških posljedica neliječene bolesti (20). Rizici za majku jesu gestacijska hipertenzija, preeklampsija, abrupcija placente, preuranjeni porod i pobačaj, a moguć je i razvoj tireotoksikoze, koja može dovesti do kongestivnog zatajenja srca i majčine smrti (20). Intrauterino hipertireoza koči rast i razvoj morfologije središnjeg živčanog sustava djeteta i povećava rizik od niske porođajne mase, guše, tahikardije, hidropsa, zatajenja srca fetusa i preuranjenog poroda (11, 20). Hipotireoza u trudnoći povećava rizik od preeklampsije, gestacijskog dijabetesa, preuranjenog poroda, niske porođajne težine i djetetove smrti (21). Najčešće je uzrokovana Hashimoto tireoiditisom (21).

### 1.4. Skeletni mišići

Skeletni mišići (SM) čine oko 40 % mase tijela (2). Hormoni štitnjače ključni su u normalnoj kontraktilnoj i metaboličkoj funkciji, regeneraciji i miogenezi SM-a (22, 23). Tkivo SM-a specifično je po svojoj plastičnosti koju uvjetuju unutrašnji i vanjski čimbenici (22). Masa SM-a održava se stalnom razgradnjom i sintezom proteina (24). Smanjuje se starenjem, zbog pothranjenosti, denervacije i dijabetesa (24). Miogeneza se događa zajedničkim utjecajem opterećenja mišića, kontrakcije i regeneracije tkiva i hormona (23, 24). Najveći utjecaj imaju testosteron,  $\beta$ -adrenergički agonisti i hormoni štitnjače (23, 24). U miogenezi je važna precizna kontrola količine T3 unutar stanice jer on potiče razvoj mišićnih matičnih stanica (23). Ta kontrola postiže se intrastaničnim enzimima dejodaza 2 (D2) i dejodaza 3 (D3) (23). D2 pretvara T4 u T3 i potiče djelovanje hormona na stanicu, a D3 pretvara T4 u T3, reverzni T3 i dijodtironin i smanjuje utjecaj hormona na stanicu (23). Važnost je enzima dejodaza izražena u činjenici da mogu mijenjati dostupnost T3 u stanici neovisno o dostupnosti hormona štitnjače u krvotoku (23). Za popravak i povećanje SM-a odgovorne su satelitne stanice (22). Popravak se odvija u četiri stupnja: upala, aktivacija i proliferacija satelitnih stanica, diferencijacija i spajanje mioblasta i rast i sazrijevanje novih miofibrila (22).

### 1.5. Sastav tijela

Sastav tijela (ST) iskazuje se udjelom ukupne vode u tijelu (vode u stanicama i vode u izvanstaničnom prostoru), masnog tkiva i tkiva bez masnoće (25, 26). Tkivima bez masnoće

smatraju se kosti, mišići, ligamenti, tetive i organi (25, 26). U tu se svrhu često koristi indeks tjelesne mase koji je pristupačan, ali ne razlikuje masno tkivo i tkiva bez masnoće (25). Također se ne uzima u obzir njihov odnos te zbog toga nije uvijek dovoljno precizan (25). Osim indeksa tjelesne mase, ST se može preciznije analizirati metodom bioelektrične impedancije (MBI) i s pomoću *Dual-energy X-ray absorptiometry* (25). MBI procjenjuje ST na osnovi protoka slabe električne struje kroz tjelesne tekućine mjerenjem suprotstavljanja protoka električne struje kroz tkiva (25, 27). Električna struja prolazi kroz tijelo s pomoću tjelesnih tekućina koje su bogate elektrolitima (25). Budući da masno tkivo sadrži manje tekućine i pruža veći otpor protoku električne struje od ostalih tkiva, moguće je procijeniti odnos ukupne vode u tijelu, masnog tkiva i tkiva bez masnoće (25). *Dual-energy X-ray absorptiometry* izravno mjeri masno tkivo, tkiva bez masnoće i koštanu masu koristeći ionizirajuće zračenje (27). Analiza ST-a ima važan klinički značaj jer uvidom u njega moguće je pratiti uspjeh liječenja i predviđanje ishoda bolesti (25). U kliničkoj praksi mjerenje ST-a koristi se za dijagnostiku i praćenje osteoporoze, pretilosti, pothranjenosti, sarkopenije, kaheksije i limfedema (25). Muškarci i žene imaju različit omjer mišićnog i masnog tkiva u organizmu (28).

### **1.6. Brzina reakcije**

Reakcija je primanje podražaja, njegova obrada, odluka o odgovoru i odgovor na podražaj (29). Vrijeme koje prođe od primanja podražaja do odgovora naziva se brzina reakcije (BR). Jod je s BR-om povezan stimulacijskim djelovanjem hormona štitnjače na središnji živčani sustav i kontrakciju mišića (2, 18, 19). Za osobe s hipotireozom karakteristična je usporena i kognitivna i mišićna funkcija (29). Nakon uvođenja nadomjesne terapije T4, reakcija se ubrzava (29, 30).

**2. HIPOTEZA**

Koncentracija joda u urinu kod eutiroidnih osoba povezana je s udjelom mišićne mase i s vremenom mišićne reakcije na podražaj.

### 3. CILJEVI

Ciljevi istraživanja jesu:

1. ispitati prehrambeni unos joda kod mladih odraslih osoba
2. ispitati koncentraciju joda u urinu kod mlađih odraslih osoba
3. ispitati povezanost koncentracije joda u urinu i mišićne mase
4. ispitati povezanost koncentracije joda u urinu i brzine mišićne reakcije

### 4. ISPITANICI I METODE

#### 4.1. Ustroj studije

Provedeno je presječno istraživanje (31). Mjerenje i uzorkovanje provedeno je jedanput. Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta Osijek.

#### 4.2. Ispitanici

Ispitanici su eutiroidne osobe u dobi od 19 do 24 godine koje su dobrovoljno pristale na sudjelovanje u istraživanju i svoju su privolu potvrdile potpisom na obrascu „Informirani pristanak na sudjelovanje u istraživanju”. U istraživanju je sudjelovalo 70 osoba, 35 muškaraca i 35 žena. Isključni kriteriji bili su dijagnosticirana bolest štitnjače i poremećaj metabolizma joda. Istraživanje je provedeno na Medicinskom fakultetu Osijek u travnju 2024. godine.

#### 4.3. Metode

U istraživanju su prikupljeni i analizirani sljedeći podatci: procjena dnevnog unosa joda, koncentracija joda u urinu, mišićna masa i brzina reakcije.

##### 4.3.1. Procjena prehrambenog unosa joda

Prehrambeni unos joda određen je primjenom semikvantitativnog upitnika o učestalosti konzumacije namirnica (sFFQ). Njime se procjenjuje unos hrane prirodno bogate jodom, uključujući sol, tijekom zadnjih 30 dana (Prilog 12.1.). Upitnikom je obuhvaćeno 49 namirnica, uključujući sol, određene mesne proizvode, morsku ribu, plodove mora a i goitrogene namirnice. U upitniku je ponuđena učestalost konzumacije ovih namirnica: dva ili više puta na dan, jedanput na dan, tri do pet puta tjedno, dva ili tri puta tjedno, jedanput tjedno, dva ili tri puta mjesečno, jedanput mjesečno i rjeđe. Ispitanici su mogli procijeniti veličinu vlastitih porcija prema ponuđenoj srednje velikoj porciji. Porciju se moglo označiti kao mala, srednja ili velika. Mala podrazumijeva upola manju porciju od srednje, a velika 1,5 do 2 puta veću porciju od srednje. Dnevni unos ponuđenih namirnica računao se na osnovi učestalosti konzumacije iz kojeg se računao prehrambeni unos joda. Srednje porcije hrane koje su ponuđene u sFFQ-u definirane su na osnovi standardiziranih kvantitativnih modela namirnica i obroka za hrvatsku kuhinju, srednjih veličina porcija određenih tijekom razvoja



sFFQ upitnika na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek ili standardne odvage pojedinih namirnica dostupne u tablicama sastava hrane američkog *FoodData Central* (32, 33). Količina joda u namirnicama preuzeta je iz Frida tablica (34).

### 4.3.2. Obrada urina

Ispitanici su jednokratno uzorkovali jutarnji urin. U svrhu istraživanja prehrambenog unosa joda u populaciji, koristi se jednokratni uzorak urina (4, 5, 9, 10). Nakon uzorkovanja, urin je skladišten na temperaturi od  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek do analize. Koncentracija joda u urinu određena je spektrofotometrijskom metodom (35). Uzorci urina kuhani su s amonijevim persulfatom. Potom je nastali jodid reduciran cerij amonij sulfatom od žutog obojenja do obezbojenja ovisno o količini prisutnog jodida (Sandell-Kolthoff reakcija). Koncentracija joda izražena je u  $\mu\text{g/L}$  urina, a izračun je izvršen preko standardne krivulje koja je izrađena u rasponu od 0 do  $300\text{ }\mu\text{g I}_2/\text{L}$ . Očitanje apsorbancije radilo se na valnoj dužini od 420 nm. Mjerenje koncentracije joda u urinu provedeno je u laboratoriju Katedre za prehranu na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek.

### 4.3.3. Mjerenje mišićne mase

Mišićna masa mjerena je vagom Omron BF500 s pomoću MBI-ja. Ovom se metodom kroz tijelo ispitanika pušta slaba električna struja i mjeri impedancija (25). Metoda se koristi za procjenu ST-a, odnosno procjenu udjela vode, masti, mišića i kostiju u tijelu (25, 27).

### 4.3.4. Mjerenje brzine reakcije

BR je mjereno s pomoću online testa za mjerenje vremena reakcije *Human Benchmark test* (36). Test je validiran za grubu procjenu BR-a (37). Provedeno je pet mjerenja, a kao rezultat uzeta je prosječna brzina pet mjerenja izražena u milisekundama (37).

## 4.4. Statističke metode

Kategorički podatci predstavljeni su apsolutnim i relativnim frekvencijama. Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je *Shapiro-Wilkovim testom*. Kontinuirane varijable koje slijede normalnu razdiobu prikazane su aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom, a u ostalim slučajevima 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®

#### 4. ISPITANICI I METODE

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 35 (50 %) muškaraca i 35 (50 %) žena. Aritmetička je sredina dobi ispitanika 22 godine (standardne devijacije (SD) 2 godine), u rasponu od 19 do 24 godine (Tablica 1).

Tablica 1. Osnovna obilježja ispitanika

Spol [n (%)]	
Muškarci	35 (50)
Žene	35 (50)
Dob ispitanika (godine)	22 (SD 2)
[Aritmetička sredina (SD)]	

SD – standardna devijacija

Medijan je koncentracije joda u urinu (MKJ) 120,77 µg/L, u rasponu od najmanje 30,71 µg/L do 762,67 µg/L, a procijenjenog unosa joda 624,66 µg, u rasponu od najmanje 94,07 µg do 2672,28 µg. Postotak je mišićnog tkiva medijana 32,55 %, u rasponu od 24,70 % do 45,70 %, a medijan je brzine mišićne reakcije 274,5 ms, u rasponu od najmanje 205 ms do najviše 457 ms (Tablica 2).

Tablica 2. Mjere sredine i raspršenja koncentracije joda u urinu, procijenjenog unosa, udjela mišićnog tkiva (%) i brzine mišićne reakcije

	Medijan (interkvartilni raspon)
Koncentracija joda u urinu [µg/L]	120,77 (92,3 – 160,49)
Procijenjeni unos joda [µg]	624,66 (419,49 – 842,72)
Mišićno tkivo (%)	32,55 (28,9 – 37,3)
Brzina mišićne reakcije [ms]	274,50 (259,75 – 297,25)

Spearmanovim koeficijentom korelacije ocijenila se povezanost joda u urinu s postotkom mišićnog tkiva i brzinom mišićne reakcije.

Uočava se da postoji značajna, negativna i slaba povezanost koncentracije joda u urinu s brzinom mišićne reakcije ( $Rho = -0,289$ ), odnosno što je veća koncentracija joda u urinu, to je manja brzina mišićne reakcije i obratno. Ostale povezanosti nisu značajne (Tablica 3).

Tablica 3. Povezanost koncentracije joda u urinu s postotkom mišićnog tkiva i brzinom mišićne reakcije (Spearmanov koeficijent korelacije)

		Spearmanov koeficijent korelacije Rho (P vrijednost)		
		Koncentracija joda u urinu	Postotak mišićne mase	Brzina mišićne reakcije
Koncentracija joda u urinu		-		
Postotak mišićne mase		-0,053 (0,67)	-	
Brzina mišićne reakcije		<b>-0,289 (0,02)</b>	0,066 (0,59)	-

## 6. RASPRAVA

Provedeno je presječno istraživanje kod 70 eutiroidnih osoba u dobi od 19 do 24 godine. Cilj istraživanja bio je ispitati povezanost koncentracije joda u urinu kod eutiroidnih osoba na mišićnu masu i brzinu mišićne reakcije. S pomoću sFFQ ankete procijenjen je prehrambeni unos joda. Jednokratno je uzorkovan urin, izmjerena je mišićna masa i BR.

### 6.1. Procjena prehrambenog unosa joda

Nedostatak joda glavni je sprječiv uzrok oštećenja mozga na svijetu (35). Jod se većinom unosi prehranom, uglavnom solju (5). Početkom 20. stoljeća neke države započinju jodiranje soli (4). Time se povećava prehrambeni unos joda koji je potreban za normalnu funkciju štitnjače (2, 8). Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje unos od 150 µg za odrasle osobe (35). U ovom istraživanju procijenjen je prehrambeni unos joda eutiroidnih osoba. Medijan je procijenjenog dnevnog unosa 624,66 µg. Za procjenu se koristio sFFQ kojim se procjenjuje unos hrane prirodno bogate jodom, uključujući sol, tijekom zadnjih 30 dana (Prilog 12.1.). Srednje porcije hrane, koje su ponuđene u sFFQ-u, definirane su na osnovi standardiziranih kvantitativnih modela namirnica i obroka za hrvatsku kuhinju, srednjih veličina porcija određenih tijekom razvoja sFFQ upitnika na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek ili standardne odvage pojedinih namirnica dostupne u tablicama sastava hrane američkog *FoodData Central* (32, 33). Količina joda u namirnicama preuzeta je iz Frida tablica (34). Madar i suradnici 2020. godine procjenjuju unos joda zdravih osoba u dobi od 40 do 69 godina u Norveškoj. Procijenjeni dnevni unos bio je 281 µg (38). Ovo istraživanje, kao i druga provedena istraživanja, pokazuje veći procijenjeni dnevni unos joda od preporučene količine Svjetske zdravstvene organizacije (35, 38, 39). Populacija uključena u ovo istraživanje nije u riziku zbog nedostatnog unosa joda.

### 6.2. Koncentracija joda u urinu

Prikupljanje podataka o jodu u urinu važno je kako bi se pratila uspješnost programa jodiranja soli, odnosno, procijenila zasićenost organizma jodom (5). Metoda je jednostavna i lako primjenjiva u populacijskim istraživanjima (4, 5, 9, 10). MKJ u rasponu 100 – 199 µg/L smatra se pokazateljem primjerenog prehrambenog unosa joda određene populacije (5). MKJ analiziran u ovom istraživanju jest 120,77 µg/L. Ahn i suradnici ispitivanjem su opće korejske populacije pronašli MKJ u vrijednosti od 292 µg/L, što pokazuje da je unos joda viši od

preporuka Svjetske zdravstvene organizacije (40). Vandevijere i suradnici u reprezentativnoj populaciji Belgije pronalaze MKJ jednak 93.6 µg/L, što pokazuje blagu deficijenciju (41). Istraživanja u Hrvatskoj pokazuju zadovoljavajuću zasićenost jodom prema smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije. Ittermann i suradnici standardizirali su rezultate europskih istraživanja vrijednosti joda u urinu i pokazali da odrasli u Hrvatskoj imaju MKJ 178 µg/L (42). Istraživanje Kusića i suradnika pokazalo je da djeca u Hrvatskoj imaju MKJ 248 µg/L, što je iznad preporučene gornje granice za dječju dob, a trudnice imaju nešto niži MKJ od preporučenog (159 µg/L) (43). Najčešće ovakva istraživanja procjenjuju zasićenost organizma jodom u populaciji trudnica zbog mogućih velikih posljedica za dijete (44 – 47). Ovo istraživanje pokazalo je da je promatrana populacija unutar referentnih vrijednosti zasićenosti organizma jodom prema preporukama Svjetske zdravstvene organizacije (35).

### 6.3. Mišićna masa

SM je važan za pokretnost čovjeka i metaboličke funkcije tijela (48, 49). Bitan je prognostički znak za oporavak od nekih bolesti (48, 49). Mišićno je tkivo važno za metabolizam glukoze, sudjeluje u termoregulaciji i metabolizmu drugih tkiva (49). Starenjem se gubi mišićna masa (48). Posljedica je povećan rizik padova, gubitka samostalnosti i smrti (48). Vježbanjem pod opterećenjem moguće je povećati masu SM-a (50). U relevantnoj se literaturi o mišićnoj masi najčešće govori u kontekstu njenog nedostatka, to jest sarkopenije (48, 51, 52). Poveznica mišićne mase i joda jesu hormoni štitnjače. Oni su važni za normalnu funkciju SM-a (22, 23). T3 ima važnu ulogu u plastičnosti mišićnog tkiva. Kod osoba s hipotireozom primijećena je odgođena kontrakcija i relaksacija mišića (22). U kliničkoj je praksi to vidljivo odgođenim dubokim tetivnim refleksom (22). Pod utjecajem hormona štitnjače povećava se unos glukoze i utrošak energije u mišićima u mirovanju i radu (22). Satelitne stanice vrše popravak mišića i proliferaciju novih miofibrila pod direktnim posredništvom T3 (22). U ovom istraživanju postotak mišićnog tkiva bio je 32,55 %. Nije pronađena statistički značajna povezanost koncentracije joda u urinu s postotkom mišićnog tkiva. Povezanost vjerojatno ne postoji jer na masu mišića utječu brojni drugi čimbenici kao što su vježbanje i drugi hormoni (*Insulin-like growth factor 1*, androgeni i β2-agonisti) (50, 53).

### 6.4. Brzina reakcije

Brzina reakcije opisuje brzinu obrade informacije (podražaja) i mišićni odgovor. Kratko vrijeme odgovora na podražaj smatra se pokazateljem zdravlja osobe, a važno je u nekim

zanimanjima poput pilota ili sportaša (37). Jod se dovodi u vezu s brzinom reakcije putem djelovanja hormona štitnjače. Vedavathi i suradnici dokazali su da osobe s hipotireozom imaju značajno dužu brzinu reakcije od eutiroidnih osoba (54). Kale i suradnici pokazali su da se u osoba s hipotireozom nadomjesnom terapijom T4 ubrzava vrijeme reakcije (29). U relevantnoj literaturi opisuje se usporavanje BR-a osoba s hipotireozom manjkom stimulacijskog učinka hormona štitnjače na središnji živčani sustav (29, 54). Postoji niz testova kojima se određuje brzina reakcije. U ovom istraživanju ispitan je BR s pomoću online testa za mjerenje vremena reakcije *Human Benchmark test* koji je validiran za grubu procjenu BR-a (36, 37). Medijan brzine mišićne reakcije bio je 274,5 ms. Uočeno je postojanje značajne, negativne i slabe povezanosti koncentracije joda u urinu s brzinom mišićne reakcije. Što je veća koncentracija joda u urinu, to je brži mišićni odgovor i obratno. Rezultati ovog istraživanja odgovaraju rezultatima istraživanja Abbasi-Kesbija i suradnika i rezultatima objavljenih na online testu *Human Benchmark test* (36, 37). Kako bi se objasnila veća brzina reakcije osoba s većom koncentracijom joda u urinu, potrebno je provesti istraživanje na većem broju ispitanika u kojem bi bilo potrebno promatrati više parametara.

## 7. ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih podataka, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Procijenjeni prehrambeni unos joda osoba iz ovog istraživanja jest veći od referentnih vrijednosti Svjetske zdravstvene organizacije.
2. Koncentracija joda u urinu jest unutar referentnih vrijednosti prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji.
3. Koncentracija joda u urinu u promatranj populaciji nije povezana s mišićnom masom.
4. Koncentracija joda u urinu u promatranj populaciji jest značajno, negativno i slabo povezana s brzinom reakcije.



## 8. SAŽETAK

**CILJEVI:** Ispitati prehrambeni unos joda i koncentraciju joda u urinu kod mlađih odraslih osoba. Ispitati povezanost koncentracije joda u urinu i mišićne mase i brzine mišićne reakcije.

**NACRT ISTRAŽIVANJA:** Presječno istraživanje.

**ISPITANICI I POSTUPCI:** Sudjelovalo je 70 ispitanika u dobi od 19 do 24 godine, 35 muškaraca i 35 žena. Isključni kriteriji bili su dijagnosticirana bolest štitnjače i poremećaj metabolizma joda. Analiziran je jutarnji urin, procijenjen je prehrambeni unos joda, mjerena je mišićna masa i brzina reakcije.

**REZULTATI:** Istraživanje je provedeno na 70 ispitanika, 35 (50 %) muškaraca i 35 (50 %) žena, u dobi od 19 do 24 godine. Medijan je koncentracije joda u urinu 120,77  $\mu\text{g/L}$  a procijenjenog unosa joda 624,66  $\mu\text{g}$ . Postotak je mišićnog tkiva medijana 32,55 %, a medijan je brzine mišićne reakcije 274,5 ms. Ocijenila se povezanost joda u urinu s postotkom mišićnog tkiva i brzinom mišićne reakcije. Uočena je značajna, negativna i slaba povezanost koncentracije joda u urinu s brzinom mišićne reakcije ( $Rho = -0,289$ ). Ostale povezanosti nisu značajne.

**ZAKLJUČAK:** Procijenjeni prehrambeni unos joda osoba iz ovog istraživanja jest veći od referentnih vrijednosti Svjetske zdravstvene organizacije. Koncentracija joda u urinu osoba uključenih u ovo istraživanje jest unutar referentnih vrijednosti. Koncentracija joda u urinu u promatranoj populaciji nije povezana s mišićnom masom. Koncentracija joda u urinu u promatranoj populaciji jest značajno, negativno i slabo povezana s brzinom reakcije.

**KLJUČNE RIJEČI:** jod, mišići, vrijeme reakcije

## 9. SUMMARY

### **The correlation of iodine concentration in urine with muscle mass and reaction speed of young adults**

**OBJECTIVES:** To examine dietary iodine intake and urinary iodine concentration in young adults. To examine the relationship between iodine concentration in urine and muscle mass and speed of muscle reaction.

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

**PARTICIPANTS AND METHODS:** 70 subjects between the ages of 19 and 24 participated, 35 men and 35 women. Exclusion criteria were diagnosed thyroid disease and iodine metabolism disorder. Spot urine samples were analyzed, dietary iodine intake was assessed, muscle mass and reaction speed were measured.

**RESULTS:** The study was conducted on 70 subjects, 35 (50 %) men and 35 (50 %) women, aged 19-24. The median concentration of iodine in urine is 120.77  $\mu\text{g/L}$ , and the estimated iodine intake is 624.66  $\mu\text{g}$ . The median percentage of muscle mass is 32.55 %, and the median speed of muscle reaction is 274.5 ms. The association of iodine in urine with the percentage of muscle mass and the speed of muscle reaction was evaluated. A significant, negative and weak correlation between iodine concentration in urine and speed of muscle reaction was observed ( $\text{Rho} = -0.289$ ). Other associations are not significant.

**CONCLUSION:** The estimated dietary iodine intake of the population from our study is higher than the reference values of the World Health Organization. The urinary iodine concentration of the population included in our research is within the reference values. Urinary iodine concentration in the observed population is not related to muscle mass. Urinary iodine concentration in urine in the observed population is significantly, negatively and weakly related to reaction speed.

**KEY WORDS:** iodine, muscles, reaction time

**10. LITERATURA**

1. De Laeter JR, Böhlke JK, De Bièvre P, Hidaka H, Peiser HS, Rosman KJR, i ostali. Atomic weights of the elements: Review 2000 (IUPAC Technical Report). 2003.;75(6):683–800.
2. Hall JE, Guyton AC. Medicinska fiziologija. 13. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2017.
3. Pazirandeh S, Burns D, Griffin I. Overview of dietary trace elements. U: Connor R, urednik. UpToDate. Wolters Kluwer; 2023.
4. Zimmermann MB. Iodine deficiency. *Endocr Rev.* lipanj 2009.;30(4):376–408.
5. Hatch-McChesney A, Lieberman HR. Iodine and Iodine Deficiency: A Comprehensive Review of a Re-Emerging Issue. *Nutrients.* kolovoz 2022.;14(17):3474–3474.
6. De La Vieja A, Vieja LA, Dohan O, Levy O, Carrasco N. Molecular analysis of the sodium/iodide symporter: impact on thyroid and extrathyroid pathophysiology. *Physiol Rev.* srpanj 2000.;80(3):1083–105.
7. Niwattisaiwong S, Burman KD, Li-Ng M. Iodine deficiency: Clinical implications. *Cleve Clin J Med.* ožujak 2017.;84(3):236–44.
8. Lisco G, De Tullio A, Triggiani D, Zupo R, Giagulli VA, De Pergola G, i ostali. Iodine Deficiency and Iodine Prophylaxis: An Overview and Update. *Nutrients.* veljača 2023.;15(4):1004–1004.
9. Vejbjerg P, Knudsen N, Perrild H, Laurberg P, Andersen S, Rasmussen LB, i ostali. Estimation of Iodine Intake from Various Urinary Iodine Measurements in Population Studies. *Thyroid®.* studeni 2009.;19(11):1281–6.
10. Eriksson J, Barregard L, Sallsten G, Berlinger B, Weinbruch S, Manousou S, i ostali. Urinary iodine excretion and optimal time point for sampling when estimating 24-h urinary iodine. *Br J Nutr.* 28. listopad 2023.;130(8):1289–97.
11. Gamulin S, Marušić M, Kovač Z, urednici. *Patofiziologija.* 8. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2018.
12. Šarčević B, Damjanov I, Pešutić-Pisac V. Bolesti endokrinoga sustava. U: Damjanov I, Seiwerth S, Jukić S, Nola M, urednici. *Patologija.* 5. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2018. str. 659–96.
13. Gorstein JL, Bagriansky J, Pearce EN, Kupka R, Zimmermann MB. Estimating the Health and Economic Benefits of Universal Salt Iodization Programs to Correct Iodine Deficiency Disorders. *Thyroid.* prosinac 2020.;30(12):1802–9.

14. Farebrother J, Zimmermann MB, Andersson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function. *Ann N Y Acad Sci.* lipanj 2019.;1446(1):44–65.
15. Krmpotić-Nemanić, J, Marušić, A, urednici. *Glandulae endocrinae, Žlijezde s unutarnjim izlučivanjem.* U: *Anatomija čovjeka.* 2. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2007. str. 392–3.
16. Brent GA. Mechanisms of thyroid hormone action. *J Clin Invest.* rujan 2012.;122(9):3035–43.
17. Bianco AC. Minireview: Cracking the metabolic code for thyroid hormone signaling. *Endocrinology.* rujan 2011.;152(9):3306–11.
18. Zupo R, Castellana F, Sardone R, Lampignano L, Paradiso S, Giagulli VA, i ostali. Higher Muscle Mass Implies Increased Free-Thyroxine to Free-Triiodothyronine Ratio in Subjects With Overweight and Obesity. *Front Endocrinol.* rujan 2020.;11:565065.
19. Mihić D, Bačun T, Loinjak D, Mihaljević I. Bolesti štitne žlijezde. U: Mihić D, Mirat J, Včev A, urednici. *Interna medicina.* 1. izd. Osijek: Medicinski fakultet Osijek; 2021. str. 1129–49.
20. Sorah K, Alderson TL. Hyperthyroidism in Pregnancy. U: *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
21. Lee SY, Pearce EN. Assessment and treatment of thyroid disorders in pregnancy and the postpartum period. *Nat Rev Endocrinol.* ožujak 2022.;18(3):158–71.
22. Salvatore D, Simonides WS, Dentice M, Zavacki AM, Larsen PR. Thyroid hormones and skeletal muscle—new insights and potential implications. *Nat Rev Endocrinol.* travanj 2014.;10(4):206–14.
23. Bloise FF, Cordeiro A, Ortiga-Carvalho TM. Role of thyroid hormone in skeletal muscle physiology. *J Endocrinol.* siječanj 2018.;236(1):R57–68.
24. Schiaffino S, Dyar KA, Ciciliot S, Blaauw B, Sandri M. Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. *FEBS J.* rujan 2013.;280(17):4294–314.
25. Holmes CJ, Racette SB. The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology. *Nutrients.* 22. srpanj 2021.;13(8):2493.
26. De Ritter R, Sep SJS, Van Greevenbroek MMJ, Kusters YHAM, Vos RC, Bots ML, i ostali. Sex differences in body composition in people with prediabetes and type 2 diabetes as compared with people with normal glucose metabolism: the Maastricht Study. *Diabetologia.* svibanj 2023.;66(5):861–72.
27. Marra M, Sammarco R, De Lorenzo A, Iellamo F, Siervo M, Pietrobelli A, i ostali.

- Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview. *Contrast Media Mol Imaging*. 29. svibanj 2019.;2019:3548284.
28. Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *J Appl Physiol*. 01. srpanj 2000.;89(1):81–8.
29. Kale JS, Katole NT, Rode SB, Gade SA. Effect on Reaction Time in Primary Hypothyroid Patients Before and After Thyroxin Treatment. *Cureus*. 19. lipanj 2022.;14(6):e26074.
30. Rakugi H. Cognitive Dysfunction in Hypothyroidism. *Sci Insights*. 28. veljača 2023.;42(2):813–8.
31. Petrovečki M, Lukić IK, Sambunjak D, Grčević D, Bilić-Zulle L, Hren D, i ostali. Uvod u znanstveni rad u medicini. Zagreb: Medicinska naklada; 2008.
32. Senta A, Pucarín-Cvetković J, Doko Jelinić J. Kvantitativni modeli namirnica i obroka. Zagreb: Medicinska naklada; 2004.
33. U.S. Department of Agriculture. FoodData Central. Dostupno na adresi: <https://fdc.nal.usda.gov/>. Datum pristupa: 29. svibanj 2024.
34. National Food Institute, Technical University of Denmark. Frida. Dostupno na adresi: <https://frida.fooddata.dk/?lang=en>. Datum pristupa: 28. svibanj 2024.
35. World Health Organization. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination : a guide for programme managers. 3. izd. Geneva: World Health Organization; 2007.
36. Human Benchmark. Reaction Time Test. Dostupno na adresi: <https://humanbenchmark.com/tests/reactiontime>. Datum pristupa: 25. svibanj 2024.
37. Abbasi-Kesbi R, Memarzadeh-Tehran H, Deen MJ. Technique to estimate human reaction time based on visual perception. *Healthc Technol Lett*. travanj 2017.;4(2):73–7.
38. Madar AA, Heen E, Hopstock LA, Carlsen MH, Meyer HE. Iodine Intake in Norwegian Women and Men: The Population-Based Tromsø Study 2015–2016. *Nutrients*. 23. listopad 2020.;12(11):3246.
39. Gostas DE, Larson-Meyer DE, Yoder HA, Huffman AE, Johnson EC. Dietary Relationship with 24 h Urinary Iodine Concentrations of Young Adults in the Mountain West Region of the United States. *Nutrients*. 01. siječanj 2020.;12(1):121.
40. Ahn J, Lee JH, Lee J, Baek JY, Song E, Oh HS, i ostali. Association between urinary sodium levels and iodine status in Korea. *Korean J Intern Med*. ožujak 2020.;35(2):392–9.
41. Vandevijvere S, Ruttens A, Wilmet A, Marien C, Hautekiet P, Van Loco J, i ostali. Urinary sodium and iodine concentrations among Belgian adults: results from the first national

- Health Examination Survey. *Eur J Clin Nutr.* travanj 2021.;75(4):689–96.
42. Ittermann T, Albrecht D, Arohonka P, Bilek R, de Castro JJ, Dahl L, i ostali. Standardized Map of Iodine Status in Europe. *Thyroid®.* rujan 2020.;30(9):1346–54.
43. Kusić Z, Jukić T, Rogan SA, Jureša V, Staničić J, Borić M, i ostali. Current Status of Iodine Intake in Croatia – The Results of 2009 Survey. *Coll Antropol.* ožujak 2012.;36(1):123–8.
44. Cannas A, Rayman MP, Kolokotroni O, Bath SC. Iodine status of pregnant women from the Republic of Cyprus. *Br J Nutr.* 14. siječanj 2023.;129(1):126–34.
45. Rodriguez-Diaz E, Rivera-Ortiz JI, Lee SY, Gonzalez-Rodriguez LA, He X, Pearce EN. Iodine Status in Pregnant Women of Puerto Rico. *Endocr Pract Off J Am Coll Endocrinol Am Assoc Clin Endocrinol.* ožujak 2021.;27(3):241–4.
46. Miles EA, Vahlberg T, Calder PC, Houttu N, Pajunen L, Koivuniemi E, i ostali. Iodine status in pregnant women and infants in Finland. *Eur J Nutr.* rujan 2022.;61(6):2919–27.
47. Siro SS, Zandberg L, Ngounda J, Wise A, Symington EA, Malan L, i ostali. Iodine status of pregnant women living in urban Johannesburg, South Africa. *Matern Child Nutr.* siječanj 2022.;18(1):e13236.
48. McGlory C, van Vliet S, Stokes T, Mittendorfer B, Phillips SM. The impact of exercise and nutrition on the regulation of skeletal muscle mass. *J Physiol.* 2019.;597(5):1251–8.
49. Walowski CO, Braun W, Maisch MJ, Jensen B, Peine S, Norman K, i ostali. Reference Values for Skeletal Muscle Mass – Current Concepts and Methodological Considerations. *Nutrients.* ožujak 2020.;12(3):755.
50. Lim C, Nunes EA, Currier BS, McLeod JC, Thomas ACQ, Phillips SM. An Evidence-Based Narrative Review of Mechanisms of Resistance Exercise–Induced Human Skeletal Muscle Hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc.* rujan 2022.;54(9):1546–59.
51. Damluji AA, Alfaraidhy M, AlHajri N, Rohant NN, Kumar M, Al Malouf C, i ostali. Sarcopenia and Cardiovascular Diseases. *Circulation.* 16. svibanj 2023.;147(20):1534–53.
52. Papadopoulou SK. Sarcopenia: A Contemporary Health Problem among Older Adult Populations. *Nutrients.* 01. svibanj 2020.;12(5):1293.
53. Schiaffino S, Reggiani C, Akimoto T, Blaauw B. Molecular Mechanisms of Skeletal Muscle Hypertrophy. *J Neuromuscul Dis.* 02. ožujak 2021.;8(2):169–83.
54. Vedavathi K, Shekharappa KR. Reaction Time Study as a Tool to Identify Central Nervous System Affect due to Hypothyroidism. *Int J Health Sci.* svibanj 2013.;3(5):29–32.

**11. ŽIVOTOPIS****OSOBNI PODATCI**

Ime i prezime: Stjepan Ištvanić

Datum i mjesto rođenja: 2. siječnja 2000., Osijek

Adresa: Mrežnička 10, Osijek

Telefon: +385 92 331 3240

E-mail: stjepan.istvanic3@gmail.com

**OBRAZOVANJE**

2018. upisan studij medicine na Medicinskom fakultetu Osijek

2014.-2018. II. gimnazija Osijek

2006.-2014. Osnovna Škola „Dobriša Cesarić”, Osijek

**KLINIČKO ISKUSTVO**

2023. studentska praksa na Odjelu za opću i vaskularnu kirurgiju, LKH Villach, Villach, Austrija u trajanju od četiri tjedna

2022. studentska praksa na Odjelu za internu medicinu LKH Wolfsberg, Wolfsberg, Austrija u trajanju od dva tjedna

Za vrijeme studija odradio sam obaveznu studentsku praksu u trajanju od 40 sati na sljedećim odjelima:

2023. Klinika za ortopediju i traumatologiju, KBC Osijek, Osijek, Hrvatska

2022. Odjel za internu medicinu, OŽB Našice,  
Našice, Hrvatska

2021. Ordinacija opće medicine Marin Marinčić,  
Hrvatska

### STUDENTSKE AKTIVNOSTI

2023. prevoditelj studentskog časopisa  
„Anamnesis“ Medicinskog fakulteta Osijek  
na njemački jezik

2023. voditelj demonstratora iz kolegija  
Anatomija na hrvatskom i njemačkom  
jeziku

2021. – 2023. student demonstrator iz kolegija  
Anatomija na njemačkom jeziku

2020. – 2023. student demonstrator iz kolegija Anatomija  
na hrvatskom jeziku

2023. aktivan sudionik na studentskom  
kongresu „OSCON“

2022. aktivan sudionik na studentskom kongresu  
„OSCON“

2021. aktivan sudionik na studentskom kongresu  
„OSCON“

2020. aktivan sudionik na studentskom kongresu  
„OSCON“

### STRANI JEZICI

2018. položen „Deutsches Sprachdiplom“ (razina  
C1)

Tečno govorim i pišem njemački i engleski jezik.



**STUDENSKI RADOVI**

1. Dujmović, M; Ištvančić, S; Ćuk, M; Raguž, P; Pušeljić S; Translocation Patau syndrome with long survival and comorbidity
2. Ištvančić, S; Dusper, I; Pušeljić, N; Ćuk, M; Dujmović, M; Pušeljić, S; Digeorge Syndrome: A Case Series
3. Dujmović, M; Ćuk, M; Ištvančić, S; Dusper, I; Vizjak, M; Pušeljić, N; Kardum, D; A rare case of Nonbullous congenital ichthyosiform erythroderma (NBCIE) with a compound heterozygous mutation in ALOX12B gene
4. Čvangić B; Ćuk M.; Ištvančić S.; Lončar B.; Sinčić-Petričević J.; Mrđenović S.; Analysis of risk factors and preventions on survival of patients with acute myeloid leukemia in University Hospital Osijek
5. Dusper I.; El Mourtada A.; Dujmović M.; Ištvančić S.; Čvangić B.; Duka M.; Mihaljević D.; Autosomal dominant polycystic kidney disease
6. Dujmović M.; El Mourtada A.; Dusper I.; Ištvančić S.; Čvangić B.; Vidović S.; Mihaljević D.; Hepatorenal syndrome
7. Miočić Z.; Arambašić L.; Galić P.; Špoljarić M.; Ištvančić S.; Šikić V.; Ištvančić T.; Aneurysmosis: a case report

## 12. PRILOZI

## 12.1. sFFQ kojim se procjenjuje unos hrane prirodno bogate jodom, uključujući sol, tijekom zadnjih 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	
Oslić									1 cijela	
Skuaša									1 cijela	
Pastrva									1 cijela	
Rječna riba (šaran, som, smud)									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	

NAMIRNICA	KOLIKO 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
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 ljuscima, 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	
Mahunice									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:

\_\_\_\_\_

Koju vodu pijete (u pravilu):

- vodu iz slavine
- vodu iz boce (navedite koju) \_\_\_\_\_
- gaziranu vodu (navedite koju) \_\_\_\_\_
- slabo pijem vodu (do pola litre dnevno)