

# Povezanost vremenske raspodjele dnevnog unosa energije i stupnja uhranjenosti tijekom adolescencije s obzirom na spol

---

Rešetar, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:329125>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-03**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2020.

Josip Rešetar  
1216/N

**POVEZANOST VREMENSKE  
RASPODJELE DNEVNOG UNOSA  
ENERGIJE I STUPNJA  
UHRANJENOSTI TIJEKOM  
ADOLESCENCIJE S OBZIROM  
NA SPOL**

Rad je izrađen u Laboratoriju za znanost o prehrani na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Zvonimira Štalića.

**Ovo istraživanje je provedeno u sklopu projekta „Hrvatska longitudinalna studija tjelesne aktivnosti u adolescenciji“ (IP-06-2016-9926) financiranom od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ).**

*Ovim se putem želim zahvaliti svome mentoru, prof. dr. sc. Zvonimiru Šataliću, koji mi je bio stručna, tehnička i moralna podrška pri izradi ovog diplomskog rada, ali i tijekom cijelog procesa studiranja. Hvala i svim ostalim profesorima koji su bili dio mog obrazovanja na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu.*

*Hvala mojim roditeljima, ocu Borisu i majci Marini, na bezuvjetnoj ljubavi, žrtvi i vjeri svih ovih godina. Hvala mojoj sestri Emanuely na sreći i miru kojim upotpunjava moj život.*

*Također, hvala svim mojim kolegama i prijateljima, posebno Danijeli i Ivi, s kojima je proces studiranja bio ljepši, a bez kojih budućnost izgleda nezamislivo.*

*Veliko hvala ide i mom PROBION-u i svim njegovim članovima bez kojih bi bio uskraćen za brojne uspomene.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za znanost o prehrani

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

### POVEZANOST VREMENSKE RASPODJELE DNEVNOG UNOSA ENERGIJE I STUPNJA UHRANJENOSTI TIJEKOM ADOLESCENCIJE S OBZIROM NA SPOL

*Josip Rešetar, 1216/N*

**Sažetak:** Analiza vremenske raspodjele prehrambenog unosa noviji je pristup u nutricionizmu kojim se nastoji zaustaviti pandemija pretilosti. Glavni ciljevi ovog rada bili su: ispitati promjenu kakvoće prehrane i istražiti utjecaj vremenske distribucije energetske unosa na antropometrijske parametre kod 607 adolescenata na području Grada Zagreba. Kao dijetetička metoda korišteno je 24-satno prisjećanje, dok su antropometrijski parametri uključivali indeks tjelesne mase, omjer struka i bokova te sumu kožnih nabora. Razina tjelesne aktivnosti procijenjena je SHAPES (*engl. School Health Action, Planning and Evaluation System*) upitnikom. Sa starenjem dolazi do smanjenja adekvatnosti uhranjenosti kod oba spola. Mladići sa starenjem pokazuju pomak u unosu svih makronutrijenata prema zadnjem dijelu dana, dok je kod djevojaka pomak vidljiv u unosu vlakana i vode, ali prema prvom dijelu dana. Najveći udio energije se unosi u srednjem dijelu dana kod oba spola. Pomak u unosu energije prema zadnjem dijelu je slabo povezan s antropometrijskim parametrima i tjelesnom aktivnošću.

**Ključne riječi:** krono-prehrana, kakvoća prehrane, adolescencija, pretilost

**Rad sadrži:** 49 stranica, 10 slika, 8 tablica, 76 literaturnih navoda, 0 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** Prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof. dr. sc. *Jasenka Gajdoš Kljusurić*
2. Prof. dr. sc. *Zvonimir Šatalić*
3. Prof. dr. sc. *Ines Panjkota Krbavčić*
4. Izv. prof. dr. sc. *Darija Vranešić Bender* (zamjena)

**Datum obrane:** 21. rujna 2020.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Food Quality Control  
Laboratory for Nutrition Science

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Nutrition

### ASSOCIATION BETWEEN DAILY ENERGY INTAKE TIMING AND NUTRITIONAL STATUS DURING ADOLESCENCE REGARDING GENDER

*Josip Rešetar, 1216/N*

**Abstract:** Food timing analysis is a novel approach in the field of nutrition with the primary aim of stopping the obesity pandemic. The main aims of this thesis were: to study the change in diet quality and investigate the impact of energy intake distribution throughout the day on anthropometry parameters among 607 adolescents in the city of Zagreb. 24-hour recall was used as a dietary assessment method, while body mass index, waist-to-hip ratio and sum of skinfolds were used as anthropometric parameters. SHAPES (*School Health Action, Planning and Evaluation System*) questionnaire was used for assessment of physical activity level. Adolescents show deterioration in certain anthropometric parameters with age. Males express shift towards the last part of the day for all macronutrients, whereas females express shift towards the first part of the day for fibers and water. The highest daily energy intake is related to lunch part of the day among both genders. A shift in energy intake towards the last part of the day is weakly associated with anthropometric parameters and level of physical activity.

**Keywords:** chrono-nutrition, diet quality, adolescence, obesity

**Thesis contains:** 49 pages, 10 figures, 8 tables, 76 references, 0 supplements

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** *PhD. Zvonimir Štalić, Full professor*

**Reviewers:**

1. PhD. *Jasenka Gajdoš Kljusurić*, Full professor
2. PhD. *Zvonimir Štalić*, Full professor
3. PhD. *Ines Panjkota Krbavčić*, Full professor
4. PhD. *Darija Vranešić Bender*, Associate professor (substitute)

**Thesis defended:** 21 September 2020



# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	3
2.1. PROMJENE U RAZVOJU ADOLESCENCIJE .....	3
2.1.1. Fiziološke promjene.....	3
2.1.2. Psihološke promjene .....	4
2.1.3. Sociološke promjene.....	4
2.2. PREHRAMBENE NAVIKE U ADOLESCENCIJI.....	4
2.2.1. Adolescentna pretilost i metabolički komorbiditeti.....	4
2.2.2. Čimbenici rizika za pretilost .....	6
2.2.2.1. Preskakanje obroka i distribucija enegije .....	7
2.2.2.2. Veličina porcije .....	7
2.2.2.3. Konzumacija brze hrane i zaslađenih napitaka.....	8
2.2.2.4. Obiteljski obroci.....	8
2.2.3. Preventivna uloga prehrane u razdoblju adolescencije.....	8
2.3. KRONO-PREHRANA .....	9
2.3.1. Distribucija energetskeg unosa i makronutrijenata.....	11
2.3.2. Vrijeme unosa hrane i lučenje hormona .....	12
2.3.3. Vrijeme unosa hrane i apetit .....	12
2.3.4. Vrijeme unosa hrane i san.....	13
2.3.5. Vrijeme unosa hrane i mikrobiota.....	14
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	15
3.1. ISPITANICI.....	15
3.2. METODE.....	16
3.2.1. Dijetetičke metode .....	16
3.2.2. Relativni pomak unosa.....	17

3.2.3. Antropometrijski indikatori nutritivnog statusa.....	17
3.2.4. Tjelesna aktivnost .....	18
3.2.5. Socioekonomski status.....	18
3.2.6. Obrada podataka .....	18
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>19</b>
4.1. ANTROPOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE ISPITANIKA .....	19
4.2. PROCJENA UHRANJENOSTI ISPITANIKA.....	22
4.3. PREHRAMBENI UNOS ISPITANIKA.....	23
4.3.1. Prosječan unos i promjena u unosu makronutrijenta, energije, vode i odabranih komponenti prehrane .....	23
4.3.2. Prosječan unos i promjena u unosu odabranih mikronutrijenata .....	27
4.4. POMAK U UNOSU ENERGIJE I NUTRITIVNIH KOMPONENTI.....	32
4.4.1. Pomak u unosu i distribucija energetskeg unosa .....	35
4.4.2. Pomak u unosu energije, antropometrijski parametri i energetska potrošnja .....	37
<b>5. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>41</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>43</b>

# 1. UVOD

Adolescencija je razdoblje povećanih nutritivnih i energetske potrebe koje je često popraćeno promjenom prehranbenih navika. Trend povećanja pretilosti među adolescentima u zadnjih 40 godina (NCD-RisC, 2017a) se pripisuje brojnim čimbenicima rizika i nepravilnim prehranbenim navikama kao što su konzumacija brze hrane i zaslađenih napitaka, izostanak obiteljskih obroka, preskakanje zajutarka ili pak konzumacija hrane u noćnim satima. Brojna istraživanja na odrasloj populaciji dovela su preskakanje zajutarka i odgođen unos energije u kasnim satima u vezu s većim rizikom za pretilost (Okada i sur., 2019; Berg i sur., 2008). Međutim, istraživanje ove problematike na populaciji adolescenata izrazito je izazovno i diskrepantno.

Naime, kod djece i adolescenata sa starenjem prirodno dolazi do pomaka u unosu energije prema zadnjem dijelu dana (Diederichs i sur., 2018), a taj pomak prati i porast ukupnog energetskeg unosa zbog povećanih potreba u adolescenciji. Rešetar i sur. (2020) u svom su istraživanju nastojali utvrditi postoji li poveznica između dominantnijeg pomaka u energetskeg unosu prema zadnjem dijelu dana i pogoršanja antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa među adolescentima. Rezultati su pokazali da je povezanost gotovo zanemariva te da je pomak vjerojatnije odraz fizioloških zbivanja u razdoblju adolescencije koji kao takav ima malen ili zanemariv utjecaj na rizik za razvoj pretilosti. Ostaje nejasno kakva bi bila priroda povezanosti kada bi u analizu bile uključene varijable posredne povezanosti kao što su primjerice dob, ukupni energetskeg unos ili pak socioekonomski status.

Ciljevi ovog diplomskog rada su sljedeći: 1) ispitati promjenu ukupne kakvoće prehrane; 2) istražiti vremensku raspodjelu dnevnog unosa energije; 3) istražiti prirodu pomaka u unosu energije i odabranih nutritivnih komponenti; 4) analizirati značajnost povezanosti između pomaka u unosu energije, antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa i razine tjelesne aktivnosti kod adolescenata tijekom razdoblja srednjoškolskog obrazovanja.

Ovaj diplomski rad zasnovan je na rezultatima longitudinalne CRO-PALS studije unutar koje je 607 adolescenata imalo potpune dijetetičke i antropometrijske podatke te podatke vezane uz tjelesnu aktivnost na početku i kraju studije. U istraživanju je od dijetetičkih metoda korišteno 24-satno prisjećanje, dok je za procjenu tjelesne aktivnosti korišten SHAPES upitnik (*engl. School Health Action, Planning and Evaluation System*). Pri mjerenju antropometrijskih parametara korišteni su kalibrirani antropometrijski uređaji i standardizirane procedure.

Rezultati ovog istraživanja trebali bi dati bolji uvid u: 1) trendove u prehranbenom ponašanju adolescenata; 2) važnost vremenske komponente u etiologiji adolescentne pretilosti; 3) čimbenike koji utječu na kompleksne interakcije između vremenske distribucije energije i rizika za razvoj pretilosti.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. PROMJENE U RAZVOJU ADOLESCENCIJE

Adolescencija (*lat. adolescere* – odrasti) označava prijelazno razdoblje između djetinjstva i odrasle dobi i uključuje raspon godina između 10 i 19 – iako neki znanstvenici taj period proširuju na raspon 10–24 godine (Sawyer i sur., 2018). U razdoblju adolescencije dolazi do brojnih promjena koje uključuju tjelesni razvoj (pubertet), kognitivni i emocionalni razvoj te sociološki razvoj.

#### 2.1.1. Fiziološke promjene

Fiziološki aspekt adolescencije općenito se veže uz razdoblje puberteta (*lat. pubertas* – zrelost) kod kojeg dolazi do spolnog sazrijevanja i tjelesnih promjena kod oba spola. Pubertet se javlja kao rezultat djelovanja spone hipotalamus–hipofiza–gonade, gdje u konačnici dolazi do produkcije spolnih hormona estrogena i testosterona (Rosen, 2004). Produkcija spolnih hormona, koja se kod mladića odvija u testisima, a kod djevojaka u jajnicima, dovodi do pojave sekundarnih spolnih karakteristika, ubrzanog tjelesnog rasta te brojnih drugih fizioloških promjena (Rosen, 2004). Spolno sazrijevanje kod djevojaka započinje u dobi od otprilike 11 godina i karakterizirano je ubrzanim rastom. Nakon dostizanja vrhunca ubrzanog rasta dolazi redom do sekundarnog razvoja grudi, pojave stidnih dlaka te razvoja spolnih organa poput maternice, rodnice i jajnika. Nakon smanjenja brzine rasta dolazi do pojave menarhe ili prve menstruacije, te se razdoblje usporenog rasta nastavlja sve do otprilike 15. godine života (Rosen, 2004). Kod mladića spolno sazrijevanje započinje otprilike 2 godine kasnije u odnosu na djevojke, oko 13. godine. Prije spolnog sazrijevanja najprije nastupa faza usporavanja linearnog rasta iza koje slijedi razvoj testisa i mošnji, kao i pojava stidnih dlaka. Ubrzo nakon slijedi faza ubrzanog rasta koju prati nastavak razvoja spolnih organa. Nakon dostizanja vrhunca ubrzanog rasta dolazi do spermarhe ili prve ejakulacije. Sekundarne promjene kod mladića uključuju produblјivanje glasa te pojavu dlaka na licu, pazusima i prsnoj regiji (Rosen, 2004). Nadalje, kod oba spola u pubertetu dolazi do rasta gotovo svih organa i organskih sustava. Također, pojavljuju se promjene u sastavu tijela karakteristične za pojedini spol – kod djevojaka dolazi do relativnog povećanja masne mase u odnosu na mišićnu masu, dok se kod mladića javlja obrnut proces (Rosen, 2004).

### 2.1.2. Psihološke promjene

Najvažnije psihološke i psihosocijalne promjene koje se događaju za vrijeme puberteta i rane adolescencije uključuju pojavu apstraktnog razmišljanja, povećanje sposobnosti razumijevanja drugačijih mišljenja i stajališta, povećanje sposobnosti introspekcije, razvoj osobnog i seksualnog identiteta, razvoj sustava vrijednosti, povećanje osobne neovisnosti i autonomije od obitelji, veća važnost odnosa s vršnjacima i razvoj vještina za nošenje s različitim problemima i krizama (Remschmidt, 1994). Za adolescente su karakteristična i tri obrasca ponašanja koja su rjeđa kod djece i odraslih pojedinaca: 1) upuštaju se više u sukobe s roditeljima; 2) pokazuju učestaliju promjenu emocija i raspoloženja; 3) skloniji su rizičnijem ponašanju (Arnett, 1999).

### 2.1.3. Sociološke promjene

Vanjske promjene koje se događaju u okolini adolescenta istovremeno međudjeluju s unutarnjim promjenama koje se zbivaju unutar samog adolescenta. Okolina je svakako ovisna o kulturi i društvu kojem adolescent pripada, a uključuje društvene vrijednosti i norme, promjenu uloga, odnose, očekivanja i odgovornosti u periodu adolescencije (WHO, 2014). Promjene se mogu zbivati u neposrednim okolinama adolescenta, kao što su obitelj, škola i zajednica, ali se mogu odraziti i na mnogo veće društvene fenomene – poput urbanizacije, globalizacije ili pristupa društvenim mrežama (WHO, 2014).

## **2.2. PREHRAMBENE NAVIKE U ADOLESCENCIJI**

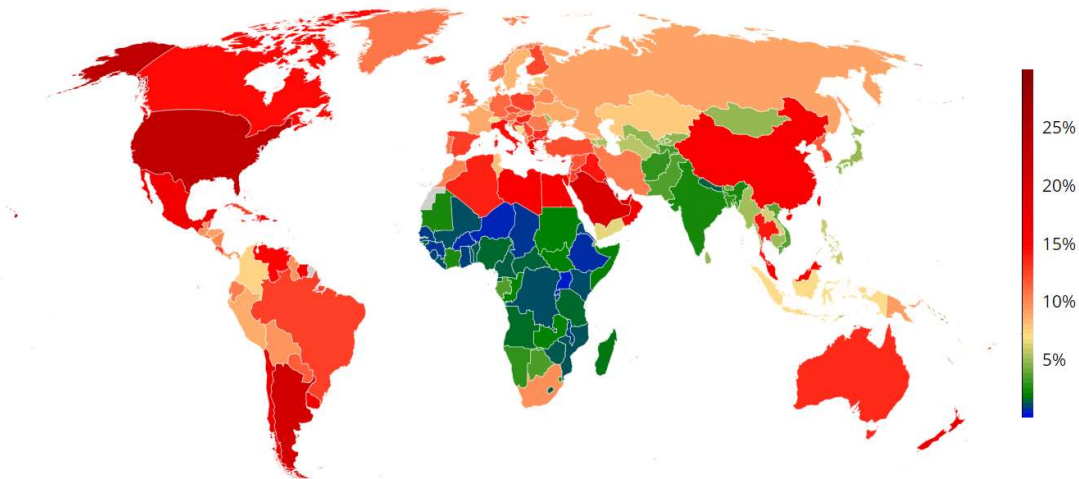
Adolescencija je razdoblje visokih nutritivnih i energetske potrebe, ali i razdoblje u kojem dolazi do promjene prehrambenih navika. Iako adolescenti imaju povećane potrebe, zabrinjava sve veći porast pretilih adolescenata u svijetu. Taj se fenomen pripisuje različitim čimbenicima i navikama koje se usvajaju još u djetinjstvu, formiraju u adolescenciji i nastavljaju u odrasloj dobi.

### 2.2.1. Adolescentna pretilost i metabolički komorbiditeti

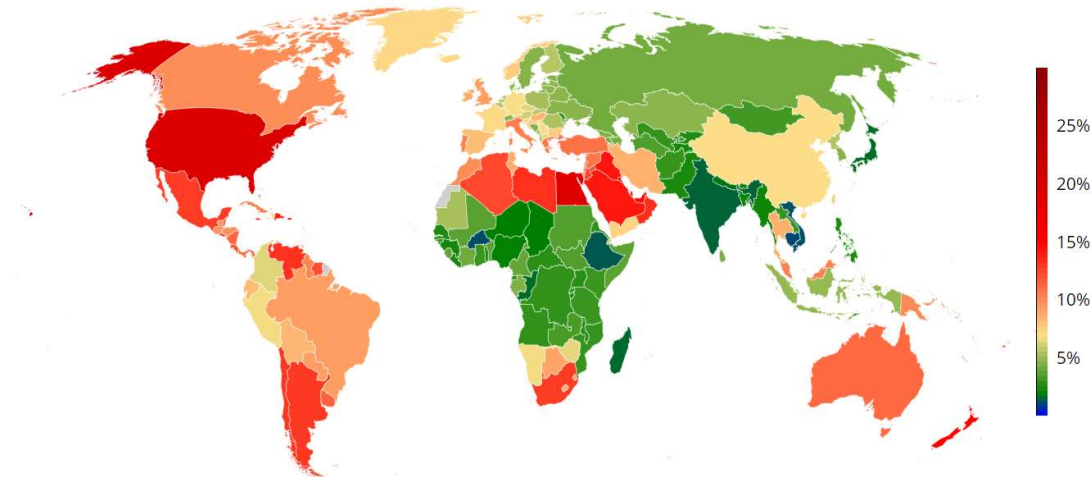
Pretilost se definira kao ekscesivna akumulacija masnog tkiva koja ujedno predstavlja rizik za zdravlje pojedinca (WHO, 2020). Gruba procjena pretilosti određuje se pomoću vrijednosti indeksa tjelesne mase (*engl. Body Mass Index*, BMI) koja se dobije dijeljenjem tjelesne mase u kilogramima s kvadratom visine u metrima. Ukoliko je kod odraslih osoba vrijednost BMI

veća od  $25 \text{ kg m}^{-2}$  govorimo o prekomjernoj tjelesnoj masi, a ako je vrijednost BMI veća od  $30 \text{ kg m}^{-2}$  govorimo o pretilosti. Kod djece i adolescenata procjena pretilosti se dobiva usporedbom BMI vrijednosti s percentilnim krivuljama indeksa tjelesne mase za dob i spol. Ukoliko se vrijednost BMI nalazi između 85. i 95. percentila govorimo o prekomjernoj tjelesnoj masi, a ukoliko se nalazi iznad 95. percentila govorimo o pretilosti.

Osim konstantnog porasta prevalencije prekomjerne tjelesne mase i pretilosti među odraslom populacijom, zabrinjava i trend porasta prevalencije navedenih razina uhranjenosti među djecom i adolescentima (Rivera i sur., 2014). U razdoblju od 1975. do 2016. udio pretile djece i adolescenata, starosti 5–19 godina, porastao je od 0,7 % do 5,6 % za ženski spol i od 0,9 % do 7,8 % za muški spol (NCD-RisC, 2017a). Svjetska distribucija pretilosti u dobnoj skupini 5–19 godina prikazana je na slici 1 za muški i na slici 2 za ženski spol.



Slika 1. Prikaz procijenjene distribucije pretilih osoba muškog spola starosti 5–19 godina u 2016. godini (NCD-RisC, 2017b)



Slika 2. Prikaz procijenjene distribucije pretilih osoba ženskog spola starosti 5–19 godina u 2016. godini (NCD-RisC, 2017b)

Smatra se da će čak jedna trećina do polovine pretile djece postati pretile odrasle osobe (Serdula i sur., 1993), što dodatno otežava borbu s pandemijom pretilosti. Posljedice adolescentne pretilosti bitno utječu na kvalitetu života i rizik za brojne kronične nezarazne bolesti u odrasloj dobi, ali istovremeno predstavljaju ozbiljnu prijetnju održivosti zdravstvenih sustava diljem svijeta (Hruby i Hu, 2015). Primjerice, u Sjedinjenim Američkim Državama preko 20 % svih troškova u zdravstvenom sustavu odnosi se na liječenje pretilosti i komorbiditeta koji se vežu uz pretilost (Hruby i Hu, 2015).

Metabolički komorbiditeti koji su vežu uz pretilost uključuju dijabetes tip 2, srčano-krvožilne bolesti, dislipidemiju, nealkoholni steatohepatitis, određene vrste karcinoma te povećani rizik za brojne kronične bolesti. S pojavom pretilosti u djetinjstvu i adolescenciji povećava se i rizik za ranijom manifestacijom nabrojanih komorbiditeta u odrasloj dobi (Hruby i Hu, 2015).

### 2.2.2. Čimbenici rizika za pretilost

Pretilost je multifaktorijalna bolest u čiju su etiologiju uključeni različiti rizični čimbenici i kombinacija rizičnih čimbenika – potrošnja energije, genetska predispozicija, epigenetski profil, bolesti endokrinog sustava, crijevna disbioza, san, tjelesna aktivnost, prehrana i brojni drugi (Han i sur., 2010). U ovom diplomskom radu biti će pobliže opisani samo neki čimbenici rizika za pretilost koji su vezani uz prehranu i prehrambeno ponašanje.



### 2.2.2.1. Preskakanje obroka i distribucija energije

Preskakanje obroka, osobito zajutraka, i kaotičan obrazac distribucije energetskeg unosa u brojnim su istraživanjima dovedeni u vezu s pretilošću kod djece, adolescenata i odraslih osoba. Preskakanje zajutarka u razdoblju djetinjstva i adolescencije dovodi se u vezu s lošijim lipidnim profilom, povišenim vrijednostima krvnog tlaka, inzulinskom rezistencijom te metaboličkim sindromom (Monzani i sur., 2019). S druge strane, veći unos energije u kasnijim satima dana ne dovodi se u vezu s povećanim rizikom za pretilost kod svih dobnih skupina djece i adolescenata (Eng i sur., 2009). U istraživanju Okada i sur. (2019) na odraslim ženama proizašlo je da su žene koje preskaču doručak sklonije kasnoj večeri i noćnim međuobrocima. Nadalje, takvi prehrambeni obrasci bili su povezani s većim rizikom za razvoj pretilosti: omjer šansi (*engl. Odds Ratio*, OR) s pripadajućim 95-postotnim intervalom pouzdanosti (*engl. Confidence Interval*, CI) za razvoj pretilosti iznosio je: 1,43 (1,27–1,62) u slučaju kasne večere, 1,47 (1,34–1,62) u slučaju noćnih međuobroka te 1,23 (1,06–1,42) u slučaju preskakanja zajutraka. Slični zaključci su proizašli iz švedskog istraživanja (Berg i sur., 2008) na odrasloj populaciji starosti 25–74 godine, gdje je OR (95 % CI) za pretilost bio 1,62 (1,10–2,39) u slučaju kasnih obroka te 1,41 (1,05–1,90) u slučaju preskakanja zajutarka.

### 2.2.2.2. Veličina porcije

Brojni dokazi idu u prilog činjenici da su se veličine porcija i pakiranja povećali u zadnjih 30 godina (Benton, 2015). Mnoge studije u kontroliranim uvjetima, ali i neke u prirodnim, su došle do zaključaka kako veće porcije energetske gušće hrane mogu rezultirati sufcitom u energetskeg unosu i kumulativno dovesti do pojave pretilosti (Ledikwe i sur., 2005). Ono što posebno brine je saznanje da djeca preferiraju veće porcije brze hrane, mesa i grickalica, dok se paralelno odlučuju za porcije povrća koje su manje od preporučenih (Colapinto i sur., 2007). Da veličina porcije u kojoj se nalazi energetske gušća hrana može ozbiljno utjecati na energetske doprinos kod djece pokazao je Fisher (2007). U randomiziranu studiju bilo je uključeno 75 djece starosti 2 do 9 godina kojima su nuđene 3 veličine porcija makarona sa sirom – u skladu s potrebama djece, dvostruko veće od potreba djece i ovisne o subjektivnom odabiru samog djeteta. U slučaju kad je djeci servirana porcija dvostruko veća od referentne, djeca su neovisno o dobi ostvarila za 13 % ( $p < 0,01$ ) veći energetskeg unos.

Štoviše, jedno je istraživanje pokazalo kako se smanjenje veličine porcije u periodu jedne do dvije godine povezuje sa smanjenjem vrijednosti standardne devijacije indeksa tjelesne mase

kod pretilih adolescenata i adolescenata s prekomjernom tjelesnom masom (Torbahn i sur., 2017).

#### *2.2.2.3. Konzumacija brze hrane i zaslađenih napitaka*

Adolescentna pretilost u mnoštvu istraživanja je pokazala snažnu korelaciju s konzumacijom brze hrane (Marlatt i sur., 2015; Niemeier i sur., 2006). Brzu hranu i konzumaciju brze hrane odlikuju velike porcije, dobra palatabilnost, visoka energetska gustoća, visok udio zasićenih i trans masnih kiselina uz paralelno nizak udio vlakana – što uslijed učestalije konzumacije može dovesti ne samo do pojave pretilosti već i brojnih drugih pridruženih bolesti (French i sur., 2001). S druge strane, povećan unos zaslađenih napitaka dovodi se u vezu s pandemijom pretilosti u djetinjstvu i adolescenciji (Malik i sur., 2013), iako postoje i studije koje takvu vezu smatraju kontroverznom zbog oprečnih rezultata dobivenim u istraživanjima (Keller i Bucher Della Torre, 2015). Budući da se konzumacija zaslađenih napitaka u adolescenciji povezuje s manjom kakvoćom prehrane (Libuda i sur., 2009), veća je vjerojatnost da je takav nepravilan obrazac prehrane odgovorniji za porast tjelesne mase od izolirane konzumacije zaslađenih napitaka.

#### *2.2.2.4. Obiteljski obroci*

Veća učestalost kuhanja kod kuće i konzumacija obiteljskih obroka mogli bi djelovati kao čimbenici prevencije pretilosti u adolescenciji i odrasloj dobi. Obiteljskim obrocima, koji su obično nutritivno gušći i energetske rjeđi, dolazi do većeg unosa voća, povrća i cjelovitih žitarica te manjeg unosa brze hrane i zasićenih masnih kiselina (Gillman i sur., 2000). Djeca i adolescenti koji imaju 3 ili više zajedničkih obiteljskih obroka tjedno, ujedno imaju adekvatniju tjelesnu masu i prehrambene navike te su manje sklona pojavama poremećaja hranjenja u odnosu na djecu i adolescente koji imaju manje od 3 zajednička obiteljska obroka tjedno (Hammons i Fiese, 2011). Dodatno, veća učestalost obiteljskih obroka u razdoblju adolescencije statistički značajno je povezana i s manjim omjerom šansa za pojavu pretilosti u ranoj odrasloj dobi (Berge i sur., 2015).

#### *2.2.3. Preventivna uloga prehrane u razdoblju adolescencije*

Porast pretilosti među djecom i adolescentima rezultira i porastom rizika za brojne kronične nezarazne bolesti – povišeni krvni tlak, srčano-krvožilne bolesti, dijabetes tip 2, osteoporoza, metabolički sindrom i određene vrste karcinoma. U istraživanju Yang i sur. (2012) unos soli

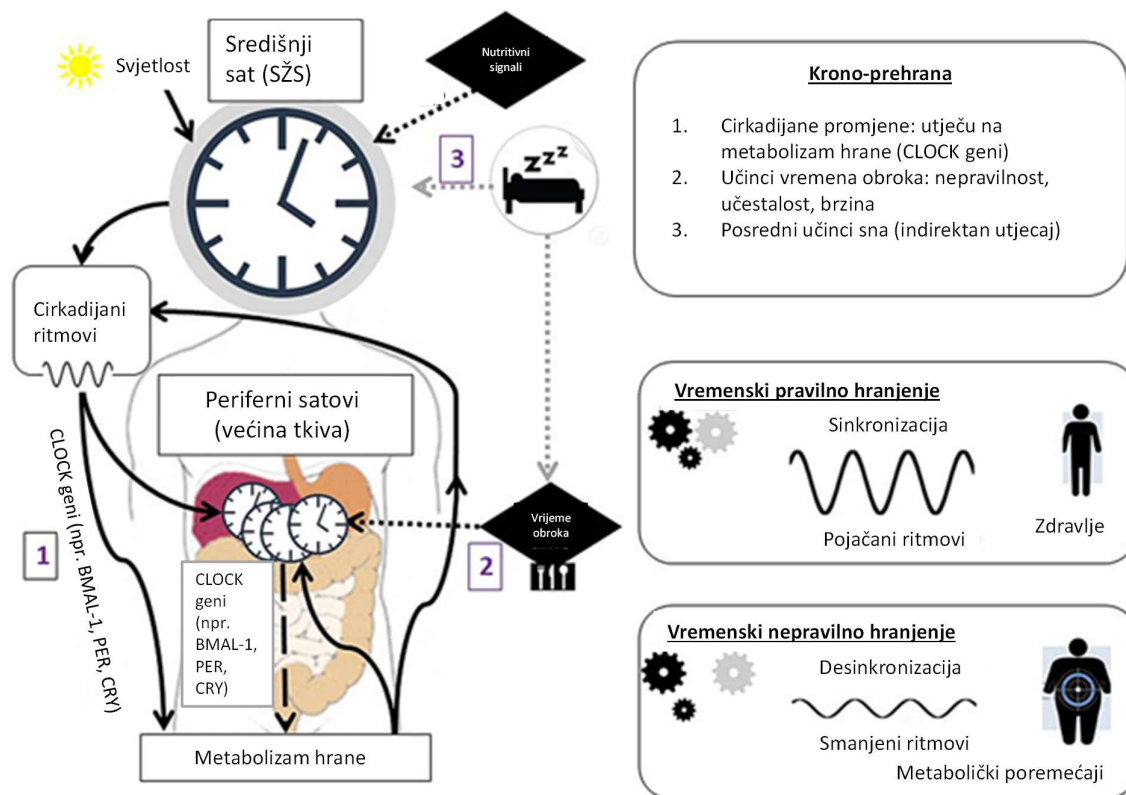
kod djece i adolescenata bio je pozitivno koreliran sa sistoličkim krvnim tlakom i rizikom za povišeni krvni tlak, a korelacija je bila time veća što su adolescenti imali veći stupanj uhranjenosti. Štoviše, djeca koja imaju vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka iznad 90. percentila ujedno imaju i dvostruko veće šanse za razvojem hipertenzije u odrasloj dobi, dok adolescenti imaju čak trostruko veće šanse (Urbina i sur., 2019). Unos kalcija, koji se preko 70 % odvija putem mlijeka i mliječnih proizvoda, od neupitne je važnosti za izgradnju vršne koštane mase u djece i adolescenata, osobito ženskog spola (Fiorito i sur., 2006). Dodatno, unos voća i povrća te redovita tjelesna aktivnost, pored adekvatnog unosa kalcija, djeluju kao značajni prediktori vršne koštane mase kod mladića u adolescenciji (Vatanparast i sur., 2005). Budući da se vršna koštana masa ostvaruje u razdoblju adolescencije i kao takva je povezana s rizikom za osteopeniju, osteoporozu i rizik za prijelome u kasnijoj životnoj dobi, adekvatnost prehrane od iznimne je važnosti u ovom razdoblju života (Lu i sur., 2016). Kombinacijom pretilosti, povišenog krvnog tlaka i dislipidemije sve češće se u razdoblju adolescencije uočava pojava metaboličkog sindroma, koji pak povećava rizik za razvoj ateroskleroze, dijabetesa tipa 2 i ukupnu smrtnost (Al-Hamad i Raman, 2017). Iako prehrana nije isključivi prediktor kompleksnih stanja kao što je dijabetes tip 2 ili metabolički sindrom, smatra se da njena uloga u etiologiji istih može biti preventivnog karaktera. Generalne preporuke za prevenciju karcinoma ne razlikuju se značajno od preporuka za opću populaciju i uključuju veću konzumaciju voća, povrća i cjelovitih žitarica te paralelno manji unos namirnica s dodanim šećerom, procesiranog mesa, soli i alkohola (Holman i White, 2011). U tom kontekstu, slijedeće postulata mediteranske prehrane, koju odlikuju protuupalna i imunomodulatorna svojstva i za koju se u više navrata pronašla inverzna povezanost s razvojem kroničnih nezaraznih bolesti (Mentella i sur., 2019), mogao bi biti smjer optimalnog prehranbenog obrasca s preventivnim učinkom kako kroz adolescenciju tako i kroz odraslu dob.

### **2.3. KRONO-PREHRANA**

Neupitno je da unos energije veći od preporučene kumulativno dovodi do prekomjerne tjelesne mase i većeg rizika za pretilost, međutim još uvijek u potpunosti nije razjašnjeno kako vremenska distribucija energije i nutrijenata utječe na procese debljanja, osobito kod djece i adolescenata. Odgovore na ta pitanja nastoji dati grana znanosti koja se naziva krono-prehrana (*engl. Chrono-nutrition*), a koja spada u područje krono-biologije (*engl. Chrono-biology*) (Tahara i Shibata, 2014). Krono-prehrana proučava odnose fizioloških događaja koji se ponavljaju svakodnevno u našem organizmu tijekom određenog dijela dana, tzv. cirkadijane

ritmove, i svih aspekata koji su vezani uz prehranu (Tahara i Shibata, 2014). Prema tome, dva postulata krono-prehrane uključuju: 1) bolje održavanje zdravlja adekvatnijom distribucijom hrane i nutrijenata u danu te 2) promjene u vlastitim cirkadijanim ritmovima adekvatnijom vremenskom distribucijom nutrijenata i energije iz nutrijenata (Tahara i Shibata, 2014).

Suprahijazmatična jezgra (*engl. Suprachiasmatic Nucleus, SCN*) koja se nalazi u hipotalamusu središnjeg živčanog sustava i koja ima ulogu u primanju informacija o svjetlosti/tami ujedno predstavlja središnji sat regulacije cirkadijanog ritma (Tahara i Shibata, 2014). Nadalje, SCN je povezana s lokalnim satovima regulacije cirkadijanih ritmova koji se nalaze u različitim tkivima za što je u velikoj mjeri zaslužna ekspresija *CLOCK* gena – primjerice *Bmal-1*, *Clock*, *Per1/2*, *Cry1/2*. Uslijed promjene cirkadijanog ritma paralelno dolazi i do promjena u metabolizmu hrane – probavi, apsorpciji, i energetsom metabolizmu (slika 3) (Pot, 2018). Štoviše, vrijeme obroka ili preskakanje obroka dovode se u vezu s nepoželjnim metaboličkim ishodima. Postoje naznake da određene nutritivne komponente, poput glukoze, etanola, kofeina, tiamina i retinoične kiseline, mogu utjecati na pomak cirkadijanog ritma u danu (Froy, 2007). Naposljetku, nikako ne treba zaboraviti utjecaj sna na održavanje normalnih cirkadijanih ritmova. Nedostatak sna se povezuje s povećanim energetsom unosom, manjom kakvoćom prehrane, većom tjelesnom masom kao i većim rizikom za razvoj kroničnih nezaraznih bolesti (Pot, 2018).



Slika 3. Predloženi mehanizmi učinaka krono-prehrane na zdravlje pojedinca prema Pot (2018)

### 2.3.1. Distribucija energetskeg unosa i makrohranjenata

Distribucija dnevnog energetskeg unosa značajno varira u različitim krajevima svijeta i između različitih dobnospolnih skupina pri čemu se ističu četiri modela obrasca distribucije: 1) unos energije doručkom i večerom je isti, dok je unos energije ručkom veći u odnosu na doručak i večeru; 2) unos energije ručkom je najveći, doručkom najmanji, a večerom između vrijednosti doručka i ručka; 3) unos energije doručkom i večerom je isti, dok je unos energije ručkom manji u odnosu na doručak i večeru; 4) unos energije večerom je najveći, doručkom najmanji, a ručkom između vrijednosti doručka i večere (Almoosawi i sur., 2016). U studiji na 180 kanadskih adolescenata starosti 14–18 godina najveći doprinos ukupnom energetskeg unosu, od 34 %, zabilježen je u večeri, iza koje je slijedio energetskeg unos za ručak od 26 % i za doručak od 18 % (Stockman i sur., 2005). Slična distribucija energetskeg unosa uočena je i kod američkih adolescenata oba spola (Almoosawi i sur., 2016). S druge strane, najveći energetskeg unos za doručak bio je u populaciji adolescenata iz Švedske (21 % ukupnog energetskeg unosa) i Gvatemale (23 % ukupnog energetskeg unosa), pri čemu su mladići imali nešto veći unos u odnosu na djevojke (Almoosawi i sur., 2016). Diederichs i sur. (2018) su analizirajući podatke DONALD studije opazili da sa starenjem djece i adolescenata dolazi do

pomaka energetskeg unosa prema zadnjem dijelu dana i da je upravo taj pomak u korelaciji s većim ukupnim energetskeg unosom. Budući da je adolescencija razdoblje intenzivnog rasta i razvoja povećani energetskeg unos ne treba odmah dovesti u vezu s pretilosti, zbog čega se promatranje distribucije energetskeg unosa u adolescenciji treba promatrati zasebno u odnosu na druge populacijske skupine. S ciljem da saznaju je li pomak energetskeg unosa ujedno i čimbenik rizika za razvoj pretilosti, Rešetar i sur. (2020) su proveli analizu antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa adolescenata koji pokazuju tendenciju većeg energetskeg unosa u zadnjem dijelu dana. Rezultati su pronašli slabe korelacije između pomaka u energetskeg unosu i antropometrijskih parametara kod oba spola.

Općenito je nedovoljan broj studija koje su istraživale povezanost vremenske distribucije unosa makronutrijenata i rizika za određene bolesti u razdoblju adolescencije. Istraživanja su se više temeljila na pronalasku "idealnog" omjera makronutrijenata ili pak istraživala sastav obroka koji bi pružili najveću sitost i kroz smanjen unos hrane rezultirali prevencijom stanja poput prekomjerne tjelesne mase ili pretilosti (Sofer i sur., 2015).

### 2.3.2. Vrijeme unosa hrane i lučenje hormona

Promjene u vremenskoj distribuciji unosa hrane utječu na aktivnost *CLOCK* gena u različitim organima i tkivima te na taj način istovremeno mogu utjecati na cirkadijani ritam hormona uključenih u metaboličke puteve, poput inzulina, grelina, glukagona, adiponektina, leptina, lipokaina, kortikosterona i kemerina (Garaulet i Gómez-Abellán, 2014). U kontroliranom istraživanju gdje su zdrave odrasle osobe konzumirale hranu u periodu biološke noći, došlo je do metaboličkih promjena i porasta u koncentracijama glukoze i inzulina kakve se obično uočavaju u postprandijalnom razdoblju osoba s predijabetesom (Garaulet i Gómez-Abellán, 2014). U istom istraživanju, unos hrane tijekom biološke noći bio je povezan s nižim koncentracijama hormona leptina, tzv. hormona sitosti, čime su pojedinci bili skloniji unosu veće količine hrane.

### 2.3.3. Vrijeme unosa hrane i apetit

Vremenska distribucija hrane može utjecati na smanjenje apetita kod zdravih pretilih pojedinaca te na taj način olakšati smanjenje tjelesne mase. U istraživanju Ravissin i sur. (2019) pokazano je kako pretili pojedinci koji se nalaze na režimu modificirane dijete povremenog posta (*engl. Early time-restricted feeding, eTRF*), gdje su hranu unosili između 8 sati ujutro i 2 sata poslijepodne, gubitak na tjelesnoj masi ostvaruju zbog smanjenja apetita i posljedično

manjeg unosa hrane, a ne zbog utjecaja eTRF na veću energetske potrošnje. Učestalost konzumacije obroka u danu također može utjecati na apetit. Tako u slučaju smanjenja učestalosti konzumacije obroka za 1 do 2 obroka/dan dolazi do povećanja apetita i smanjenja osjećaja sitosti (Leidy i Campbell, 2011). Također, smanjen broj obroka i međuobroka u danu (< 3/dan) dovodi se u vezu s lošijom kontrolom apetita (Leidy i Campbell, 2011). S druge strane, konzumacija većeg broja obroka i međuobroka (> 3/dan) ima minimalan ili zanemariv učinak na poboljšanje kontrole apetita (Leidy i Campbell, 2011).

Fillon i sur. (2020) su promatrali kako vrijeme obroka nakon tjelesne aktivnosti utječe na percepciju osjećaja gladi i energetske unos u preostalim obrocima u danu kod pretilih adolescenata. Ispitanici su bili podijeljeni u tri skupine: 1) kontrolnu skupinu; 2) skupinu koja konzumira obrok 30 minuta nakon tjelesne aktivnosti i 3) skupinu koja konzumira obrok 90 minuta nakon tjelesne aktivnosti. Pretili adolescenti koji konzumiraju obrok 90 minuta nakon obavljene tjelesne aktivnosti ujedno prijavljuju manji osjećaj gladi te istovremeno ostvaruju manji unos energije u preostalim obrocima u danu.

#### 2.3.4. Vrijeme unosa hrane i san

Unos hrane u kasnijim satima ili neposredno prije odlazak na počinak može se negativno odraziti na kvalitetu sna i zdravlje pojedinca (Crispim i sur., 2011). Vrijeme unosa obroka neposredno prije odlaska na počinak i posljedice istoga na kvalitetu sna proučavao je Chung i sur. (2020). Rezultati istraživanja na 793 ispitanika starosti 18–29 godina pokazali su kako je konzumacija zadnjeg obroka 3 sata prije odlaska na počinak povezana s učestalijim buđenjem tijekom sna (OR = 1,61, 95 % CI = 1,15–2,27), ali ne i s dužim vremenom potrebnim za početak sna (OR = 1,24, 95 % CI = 0,89–1,73) ili kraćim trajanjem sna (OR = 0,79, 95 % CI = 0,49–1,26).

Štoviše, adolescencija je razdoblje u kojem se najčešće javlja sindrom odgođenog sna i otežanog buđenja (*engl. Delayed sleep-wake phase disorder, DSPD*) kojeg karakterizira odgoda početka sna te otežano buđenje jutri. U usporedbi s kontrolom, adolescenti koji pate od DSPD statistički značajno kasnije konzumiraju prvi obrok u danu tijekom tjedna (+32 ± 12 min, p = 0,010), ali i tijekom vikenda (+25 ± 8 min, p = 0,005). Dodatno, u odnosu na kontrolu, oni imaju učestaliju konzumaciju večere (80,4% naspram 48,8%, p = 0,002).

### 2.3.5. Vrijeme unosa hrane i mikrobiota

Crijevna mikrobiota, slično kao i ljudi, prolazi svakodnevne fluktuacije u sastavu i funkciji koje su s jedne strane rezultat cirkadijanog sata u čovjeku, a s druge strane rezultat unosa različitih prehrambenih komponenti (Zheng i sur., 2020). U istraživanjima na miševima je pokazano kako miševi koji su hranjeni *ad libitum* pokazuju dnevne varijacije u sastavu rodova crijevne mikrobiote – dok vrste bakterija iz porodica *Bacteroidetes* i *Verrucomicrobia* ne pokazuju fazne trendove, vrste bakterija porodice *Firmicutes* dosežu najveću zastupljenost tijekom noćnog hranjenja, a najmanju tijekom perioda nekonsumacije hrane za vrijeme dana (Zheng i sur., 2020). Kod miševa kojima je induciran *jet leg* putem smanjenja ekspresije gena koji kodiraju za signalne molekule uključene u regulaciju cirkadijanog ritma (primjerice *Per 1/2*), ali i kod miševa hranjenih visoko-masnom prehranom došlo je do smanjenja ritmičnosti u dnevnoj izmjeni sastava mikroflore (Zheng i sur., 2020). U ljudi sastav i uloga crijevne mikrobiote također variraju tijekom dana i dovode se u vezu s prehrambenim navikama i ponašanjem poput učestalosti konzumacije hrane, unosom energije u prvom dijelu dana te trajanjem prekonoćnog posta (Kaczmarek i sur., 2017). U prethodno navedenom istraživanju je potvrđeno i statistički značajno smanjenje metabolita mikrobiote tijekom dana ( $p = 0.006$  za acetat,  $p = 0.04$  za propionat i  $p = 0.002$  za butirat), dok je 35 % operativnih taksonomskih jedinica bakterija bilo povezano s vremenom unosa hrane.



### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. ISPITANICI

Ispitanici i rezultati prikazani unutar ovog diplomskog rada proizlaze iz longitudinalne studije tjelesne aktivnosti u adolescenciji – CRO-PALS, koja predstavlja višegodišnji projekt u suradnji Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta i Kineziološkog fakulteta pod vodstvom prof. dr. sc. Marjete Mišigoj-Duraković. Studija je započela u proljeće 2014. godine i trajala je do proljeća 2017. godine. Ispitanici su odabrani putem slučajne dvostupanjske selekcije bez specifičnih kriterija za uključanje ili isključenje. U prvom stupnju nasumično je odabrano 14 srednjih škola, od kojih 13 državnih i 1 privatna srednja škola, s ukupnim brojem ispitanika od 2827. U drugom stupnju selekcije nasumično je odabrana polovica ispitanika iz prvog stupnja selekcije, pa je ukupan broj ispitanika nakon drugog stupnja selekcije bio 1408. Nakon provedene selekcije, 64 % ispitanika (N = 903) i njihovih roditelja odlučilo je potpisati informirani pristanak i sudjelovati u studiji te je uzorak uključio 10 % svih učenika upisanih u prve razrede srednjih škola u Gradu Zagrebu. Shodno tome, prilikom prvog mjerenja i procjene prikupljeni su podaci od 903 ispitanika upisanih u prve razrede srednjih škola. Nakon dvije ili tri godine, ovisno je li ispitanik pohađao trogodišnju ili četverogodišnju srednju školu, provedeno je drugo mjerenje i procjena ispitanika. Važno je naglasiti da su ispitanici uključeni u studiju dominantno pohađali četverogodišnje srednje škole, a prosječna dob ispitanika tijekom pojedinih mjerenja je prikazana u tablici 1. Na drugom mjerenju za 607 ispitanika, od čega 305 djevojaka i 302 mladića, bili su prikupljeni svi podaci. Zaključno, u svim analizama su korišteni podaci od 607 ispitanika za koje su bili dostupni svi podaci na prvom i na drugom mjerenju i procjeni.

Tablica 1. Starost ispitanika prilikom prvog (15/16 godina) i drugog (18/19 godina) mjerenja

Starost ispitanika	15/16 godina		18/19 godina	
	Mladići	Djevojke	Mladići	Djevojke
Dob (godine)	15,6 (15,0; 16,9)	15,6 (14,4; 16,9)	18,6 (17,2; 19,9)	18,5 (17,2; 19,9)

Vrijednosti su prikazane kao srednja vrijednost (minimum; maksimum)

## 3.2. METODE

Unutar longitudinalne studije CRO-PALS promatrani su brojni parametri pri čemu su neki od njih izravno mjereni (antropometrijski indikatori nutritivnog statusa, arterijski krvni tlak, uspjeh u školi) dok su drugi procjenjivani primjenom validiranih upitnika i metoda (prehrambeni unos, pušenje, socioekonomski status, potrošnja energije za vrijeme aktivnosti, kvaliteta života). Za potrebe ovog diplomskog rada biti će detaljnije opisane dijetetičke metode, metode prikupljanja antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa te metode obrade prikupljenih podataka statističkom analizom.

### 3.2.1. Dijetetičke metode

U istraživanju je korišteno jednostruko 24-satno prisjećanje kao dijetetička metoda. Metodu 24-satnog prisjećanja provodi posebno obučena osoba, a sama metoda sastoji se od 20-minutnog intervjua u kojem se od ispitanika nastoje dobiti informacije o unosu hrane i pića u protekla 24 sata. Za vrijeme provođenja intervjua pitanja trebaju imati neutralan karakter i ne navoditi ispitanika na precjenjivanje ili podcjenjivanje prehrambenog unosa. 24-satna prisjećanja su provedena isključivo radnim danima budući da prehrambeni unos vikendom može značajno odstupati od uobičajenog unosa tijekom cijelog tjedna (Thompson i sur., 1986). Nadalje, intervju su provodili studenti diplomskog studijskog programa nutricionizam na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu koji posjeduju adekvatne vještine za provođenje metode. Provođenje intervjua se sastojalo od 5 standardiziranih koraka koje su detaljnije opisali Moshfegh i sur. (2008): 1) izrada popisa konzumirane hrane i pića; 2) nadopuna popisa konzumiranom hranom i pićem koje je ispitanik zaboravio spomenuti pri prvom prisjećanju; 3) vrijeme i sociološka komponenta obroka; 4) detaljnije informacije o količini, obliku i pripremi konzumirane hrane i pića; 5) završna provjera prikupljenih informacija. Kao pomoć pri procjeni veličina serviranja i količine konzumirane hrane korišten je slikovni priručnik koji je sadržavao fotografije malog, srednjeg i velikog serviranja (Senta i sur., 2004). Kemijski sastav konzumirane hrane izračunat je korištenjem kombinacije nacionalnih, danskih i američkih tablica s kemijskim sastavom namirnica (Kaić-Rak i Antolić, 1990; Møller i sur., 2005; USDA, 2019). Kemijski i energetske sastav složenih jela određen je zbrajanjem nutritivnih i energetskih vrijednosti svih namirnica uključenih u složeno jelo uz pomoć kuharice tradicionalnih recepata (Vučetić, 2013).

### 3.2.2. Relativni pomak unosa

Unos i analiza unosa hrane tijekom dana podijeljeni su na tri dijela. Prvi dio odnosi se na unos hrane i pića od buđenja do 11 sati, drugi dio na unos od 11 sati i 1 minute do 17 sati i 59 minuta, dok se treći dio odnosi na unos od 18 sati do odlaska na počinak. Relativni pomak energetske unosa ili unosa pojedine nutritivne komponente dobije se kao razlika unosa u trećem dijelu dana (18:00h – odlazak na počinak) i unosa u prvom dijelu dana (buđenje – 11:00h), a metodu pomaka unosa prvi su opisali Diederichs i sur. (2018). Pomak unosa samo je jedan od načina analize energetske-nutritivne distribucije s obzirom na doba dana, koji ujedno može poslužiti i kao krono-indikator u proučavanju povezanosti vremenskog aspekta određene nutritivne komponente i rizika za razvoj pojedinih kroničnih nezaraznih bolesti.

### 3.2.3. Antropometrijski indikatori nutritivnog statusa

Antropometrijski parametri koji su mjereni unutar ovog istraživanja bili su tjelesna masa, tjelesna visina, opseg struka, opseg bokova i suma debljine četiri kožna nabora. Tjelesna masa mjerena je pomoću digitalne vage s preciznošću od 0,1 kg, dok je visina mjerena pomoću antropometra (GPM, Siber-Hegner & Co., Zürich, Švicarska) i zapisivana s preciznošću od 0,1 cm. Koristeći vrijednosti tjelesne mase i tjelesne visine izračunate su vrijednosti indeksa tjelesne mase (*engl. Body mass index*, BMI) kao omjera tjelesne mase u kilogramima i kvadrata tjelesne visine u metrima ( $\text{kg m}^{-2}$ ). Koristeći vrijednosti opsega struka i opsega bokova izračunate su vrijednosti omjera struka i bokova (*engl. Waist-to-hip ratio*, WHR). Debljina kožnih nabora mjerena je u triplikatima na desnoj strani tijela korištenjem Herpendenovog kalipera (British indicators, West Sussex, Ujedinjeno kraljevstvo) s preciznošću od 0,2 mm. Anatomska mjesta mjerenja debljine kožnih nabora uključivala su:

1. biceps – prednja strana nadlaktice, na polovici udaljenosti između olekranona i akromiona
2. triceps – stražnja strana nadlaktice, na polovici udaljenosti između olekranona i akromiona
3. subskapularno – dijagonalni nabor 2 cm ispod donjeg luka lopatice
4. suprailijačno – dijagonalni nabor iznad cristae iliaceae u ravnini prednje aksilarne linije

Medijan triplikata uziman je za izračun sume debljine kožnih nabora. Štoviše, suma debljine kožnih nabora korištena je kao precizniji indikator pretilosti i rizika za pretilost u razdoblju adolescencije u odnosu na indeks tjelesne mase (Lohman i sur., 2013).

### 3.2.4. Tjelesna aktivnost

Za procjenu tjelesne aktivnosti i sjedilačkog ponašanja ispitanika korišten je SHAPES (*engl. School Health Action, Planning and Evaluation System*) upitnik (Wong i sur., 2006). Unutar upitnika ispitanici su procjenjivali intenzitet, frekvenciju i trajanje tjelesne aktivnosti ili sjedilačkog ponašanja u proteklih 7 dana. Tjelesna aktivnost je procjenjivana na temelju učestalosti i trajanja umjerene ili visoke tjelesne aktivnosti, dok je sjedilačko ponašanje procjenjivano na temelju učestalosti i vremena provedenog obavljajući aktivnosti poput gledanja televizora, igranja igrice, slušanja glazbe, učenja i sl. Na temelju dobivenih rezultata, primjenom jednadžbi koje su opisali Wong i sur. (2006), određena je prosječna potrošnja energije tijekom cijelog tjedna, tijekom vikenda ili pak tijekom radnih dana u tjednu. Budući da su 24-satna prisjećanja uzimana isključivo tijekom radnih dana u tjednu, ne uključujući petak, vrijednosti potrošnje energije tjelesnom aktivnošću koje su uzete u daljnje analize također su vrijednosti prosječne potrošnje energije tjelesnom aktivnošću tijekom radnog tjedna.

### 3.2.5. Socioekonomski status

Socioekonomski status (SES) procjenjivan je od strane roditelja ispitanika pomoću ljestvice skalirane od 1 do 5, pri čemu je: 1–znatno niži od prosječnog SES; 2–niži od prosječnog SES; 3–prosječan SES; 4–viši od prosječnog SES; 5–znatno viši od prosječnog SES. Vrijednosti SES su korištene kao varijable posredne povezanosti (*engl. Confounding Variable*) u korelacijskoj analizi povezanosti pomaka u energetske unosu, antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa i prosječne potrošnje energije tjelesnom aktivnošću tijekom radnog tjedna.

### 3.2.6. Obrada podataka

U statističkoj analizi podataka korišten je program Microsoft Excel 2007. Podaci su analizirani primjenom deskriptivne statistike i neparametrijske korelacijske analize. Deskriptivna statistika korištena je za izračun medijana, srednje vrijednosti, percentila, standardne devijacije te minimalne ili maksimalne vrijednosti. Studentov upareni t-test korišten je za utvrđivanje značajnosti promjena određenih parametrijskih varijabli između prvog i drugog mjerenja istih ispitanika. Neparametrijska korelacijska analiza, u obliku Spearmanovih korelacijskih koeficijenata, korištena je za utvrđivanje povezanosti pomaka u unosu energije, antropometrijskih parametara i potrošnje energije putem tjelesne aktivnosti prilikom čega su dob, ukupan energetske unos i socioekonomski status korišteni kao varijable posredne povezanosti. Odabrana razina statističke značajnosti je  $\alpha = 0,05$ .

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

Ovaj diplomski rad imao je za cilj ispitati promjenu ukupne kakvoće prehrane, vremensku raspodjelu dnevnog energetskeg unosa, pomak u unosu odabranih nutritivnih komponenti te povezanost vremenske raspodjele dnevnog energetskeg unosa s antropometrijskim indikatorima nutritivnog statusa i tjelesnom aktivnošću kod adolescenata iz 14 srednjih škola Grada Zagreba u studiji longitudinalnog karaktera tijekom 3 godine.

Antropometrijski indikator nutritivnog statusa procijenjeni unutar ovog istraživanja (tablica 2) su uspoređeni s referentnim vrijednostima i rezultatima istraživanja koja su koristila sličnu metodologiju. Na temelju referentnih vrijednosti percentilnih krivulja procijenjena je uhranjenost ispitanika s obzirom na spol u dvije različite vremenske točke mjerenja (slika 4).

Po uzoru na slične radove procijenjena je i ukupna kakvoća prehrane s obzirom na dob i spol (tablice 3, 4, 5, 6, 7 i 8), a primjenom odgovarajućih statističkih alata utvrđena je statistička značajnost opaženih promjena.

Analiza vremenske distribucije je iz praktičnih razloga i objektivno preciznije interpretacije promatrana kroz 3 dijela dana: prvi dio dana (buđenje do 11:00 sati; obroci prijavljeni kao zajuttrak i doručak); drugi dio dana (11:01 sati do 17:59 sati; obroci prijavljeni kao ručak i užina); treći dio dana (18:00 sati do odlaska na počinak; obroci prijavljeni kao večera i večernji međuobrok). Ovakav način analize vremenske distribucije omogućio je i analizu relativnog pomaka energetskeg unosa i pomaka u unosu odabranih nutritivnih komponenti s obzirom na dob i spol kao i analizu značajnosti relativnog pomaka (slike 5 i 6). Ovim radom procijenjena je i vremenska distribucija dnevnog unosa energije koja je s obzirom na dob i spol prikazana na slikama 7 i 8.

Naposljetku je ispitana i priroda korelacija između relativnog pomaka u energetskeg unosu, antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa te prosječne potrošnje energije tjelesnom aktivnošću s obzirom na dob i spol (slike 9 i 10). Tijekom korelacijske analize kao varijable posredne povezanosti su korišteni socioekonomski status, ukupni dnevni energetskeg unos te dob.

### **4.1. ANTROPOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE ISPITANIKA**

Antropometrijski indikator nutritivnog statusa adolescenata mjereni na početku (prvo mjerenje; 15/16 godina) i na kraju (drugo mjerenje; 18/19 godina) srednjoškolskog obrazovanja

adolescenata prikazani su u tablici 2. Nakon obrade vrijednosti prikupljenih antropometrijskih parametara vidljivo je da sa starenjem dolazi do apsolutnog povećanja gotovo svih vrijednosti kako na uzorku cijele populacije tako i među spolovima. Porast je u skladu s nacionalnim referentnim vrijednostima za antropometrijske indikatore nutritivnog statusa koje su za populaciju od 6,5 do 18,5 godina prikazane u obliku percentilnih krivulja rasta (Jureša i sur., 2012). Odstupanja su vidljiva kod djevojaka u drugom mjeranju gdje je došlo do relativnog smanjenja sume kožnih nabora (s 47,2 mm na 46,0 mm) i omjera struka i bokova (s 0,72 na 0,71). Ovakav rezultat moguće je pripisati učestalijem odlasku na dijete i većom preokupacijom za vitkim tijelom adolescentica u odnosu na adolescente (Berg i Larsson, 2020). Ono što ohrabruje je činjenica da kod djevojaka sa starenjem dolazi do povećanja vrijednosti indeksa tjelesne mase (s 21,1 kg m<sup>-2</sup> na 21,6 kg m<sup>-2</sup>) i tjelesne mase (s 58,3 kg na 59,7 kg) pa se samo smanjenje sume kožnog nabora može više pripisati pozitivnoj promjeni sastava tijela, a manje dovesti u vezu s povećanim rizikom za razvoj poremećaja hranjenja koji su također široko prisutni upravo kod populacije adolescenata (Croll i sur., 2002). Također, relativno nisko smanjenje omjera struka i bokova ( $p > 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) više se može pripisati fiziološkom procesu širenja kukova kod djevojaka za vrijeme adolescencije što rezultira manjom vrijednošću WHR.

Tablica 2. Antropometrijski indikatori nutritivnog statusa ispitanika na početku (15/16 godina) i na kraju (18/19 godina) studije

Antropometrijski indikator nutritivnog statusa	15/16 godina			18/19 godina		
	Cijela populacija	Mladići	Djevojke	Cijela populacija	Mladići	Djevojke
<b>Tjelesna masa (kg)</b>	62,0 (55,7; 69,3)	66,0 (60,2; 74,0)	58,3 (52,5; 65,1)	66,0 (58,3; 74,2)	72,5 (66,0; 79,6)	59,7 (54,3; 66,1)
<b>Tjelesna visina (m)</b>	1,71 (1,65;1,78)	1,77 (1,73; 1,83)	1,66 (1,62;1,70)	1,74 (1,67; 1,82)	1,82 (1,77; 1,86)	1,67 (1,62; 1,71)
<b>Indeks tjelesne mase (kg m<sup>-2</sup>)</b>	21,0 (19,2; 23,2)	20,9 (19,2; 23,0)	21,1 (19,2; 23,4)	21,9 (20,1; 23,9)	22,2 (20,4; 24,3)	21,6 (19,6; 23,3)
<b>Suma kožnih nabora (mm)</b>	39,1 (29,5; 54,1)	30,1 (25,6; 40,4)	47,2 (37,9; 59,3)	39,9 (30,5; 51,6)	32,1 (26,7; 41,0)	46,0 (38,6; 59,1)
<b>Omjer struka i bokova</b>	0,75 (0,72; 0,79)	0,78 (0,76; 0,81)	0,72 (0,69; 0,75)	0,75 (0,71; 0,79)	0,78 (0,76; 0,81)	0,71 (0,69; 0,74)

Vrijednosti su prikazane kao medijan (25.; 75. percentil)

## 4.2. PROCJENA UHRANJENOSTI ISPITANIKA

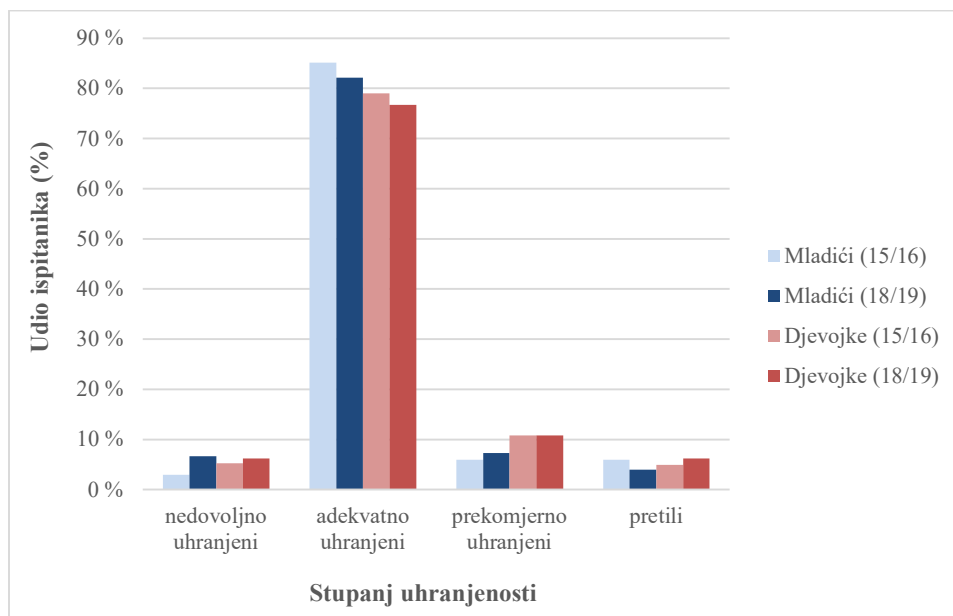
Praćenje uhranjenosti djece i adolescenata važno je pri utvrđivanju usklađenosti i dinamike rasta i razvoja s vršnjacima. Ono što zabrinjava je sve veći porast prevalencije pretilosti na svjetskoj razini – kako među odraslom populacijom, tako i među djecom i adolescentima (Hruby i Hu, 2015). Naime, pokazano je da pretili adolescenti i adolescenti s prekomjernom tjelesnom masom imaju veću vjerojatnost da postanu pretile odrasle osobe i odrasle osobe s prekomjernom tjelesnom masom, što pak povlači niz potencijalnih komorbiditeta u kasnijoj životnoj dobi (Patton i sur., 2009).

U svrhu procjenjivanja uhranjenosti adolescenata, u ovom radu su korištene nacionalne referentne vrijednosti indeksa tjelesne mase prikazane u obliku percentilnih krivulja za dob od 6,5 do 18,5 godina i spol (Jureša i sur., 2012). Granične vrijednosti indeksa tjelesne mase uzete za prvo mjerenje ispitanika bile su kod starosti ispitanika od 186 mjeseci, dok su za drugo mjerenje bile kod starosti ispitanika od 220 mjeseci. Ispitanici ovog istraživanja su s obzirom na granične percentilne vrijednosti indeksa tjelesne mase podijeljeni u četiri skupine: nedovoljno uhranjeni (< 5. percentil), adekvatno uhranjeni (5.–85. percentil), prekomjerno uhranjeni (85.–95. percentil) i pretili (> 95. percentil).

Na slici 4 prikazani su udjeli ispitanika s jednim od četiri navedena stupnja uhranjenosti s obzirom na dob i spol. Vidljivo je kako mladići i u prvom i u drugom mjerenju pokazuju veći udio adekvatno uhranjenih ispitanika u odnosu na djevojke. Nadalje, kod oba spola sa starenjem dolazi do smanjenja udjela adekvatno uhranjenih ispitanika – kod mladića dolazi do smanjenja s 85 % na 81 %, dok kod djevojaka dolazi do smanjenja sa 79 % na 77 %. Štoviše, kod oba spola sa starenjem dolazi do porasta udjela nedovoljno uhranjenih ispitanika, međutim veća relativna promjena je zabilježena kod mladića (s 3 % na 7 %). Udio prekomjerno uhranjenih ispitanika ostao je gotovo nepromijenjen kod oba spola. Kontradiktorni trendovi uočeni su kod skupine pretilih ispitanika. Dok kod djevojaka sa starenjem dolazi do blagog povećanja udjela pretilih ispitanika (s 5 % na 6 %), kod mladića pak dolazi do blagog smanjenja udjela pretilih ispitanika (s 6 % na 4 %).

Usporedbom rezultata s rezultatima sličnih istraživanja (Słowik i sur., 2019) možemo uočiti kontradiktorne rezultate u trendovima promjene stupnja uhranjenosti, kako s obzirom na spol tako i s obzirom na dob.





Slika 4. Procjena stupnja uhranjenosti ispitanika tijekom prvog (15/16 godina) i drugog mjerenja (18/19 godina) pomoću percentilnih krivulja indeksa tjelesne mase (ITM) za dob i spol

### 4.3. PREHRAMBENI UNOS ISPITANIKA

Prehrambeni unos ispitanika promatran je kroz unos makronutrijenata, nutritivnih komponenti od interesa i odabranih mikronutrijenata specifičnih upravo za skupinu adolescenata. Značajnost promjene prehrambenog unosa ispitana je odgovarajućim statističkim testom.

#### 4.3.1. Prosječan unos i promjena u unosu makronutrijenta, energije, vode i odabranih komponenti prehrane

Unos makronutrijenata, energije, vode i odabranih komponenti prehrane s obzirom na dob prikazan je u tablici 3, za muški, i u tablici 4 za ženski spol. Dodatno, za sve navedene nutritivne komponente ispitana je i značajnost promjene ( $\alpha = 0,05$ ) s obzirom na dob. Srednja vrijednost ostvarenog unosa uspoređena je s preporučenim unosom i dodatno prikazana kao udio ispitanika koji postiže vrijednost preporuka. Preporučeni unosi preuzeti su od EFSA (*engl. European Food Safety Authority*) iz prehrambenih referentnih vrijednosti (*engl. Dietary Reference Values, DRV*). Preporučeni unosi za prehrambena vlakna i vodu su uzeti iz vrijednosti za adekvatan unos (*engl. Adequate Intake, AI*), dok je preporuka za proteine po kilogramu tjelesne mase uzeta iz vrijednosti referentnog unosa za populaciju (*engl. Population Reference Intake, PRI*). Preporučeni rasponi unosa makronutrijenata (ugljikohidrata i masti) su izvedeni iz raspona referentnog unosa (*engl. Reference Intake Range, RI*). Preporučeni unos za

kolesterol preuzet je od Američkog kardiološkog društva (*engl. American Heart Association, AHA*). Budući da energetska unos uvelike ovisi o antropometrijskim parametrima, kao što su tjelesna masa i tjelesna visina, a adolescencija je razdoblje intenzivnog rasta i razvoja, precizne preporuke za unos energije ove dobne skupine nisu dostupne. U svrhu provjere adekvatnosti ostvarenog energetskeg unosa, adekvatni energetska unos za dob i spol dobiven je zbrajanjem vrijednosti izračunate potrošnje energije u mirovanju (*engl. Resting Energy Expenditure, REE*), potrošnje energije za tjelesnu aktivnost (*engl. Active Energy Expenditure, AEE*) i energetskeg doprinosa termičkeg efekta hrane (*engl. Thermic Effect of Food, TEF*).

Promatrajući adekvatnost unosa vode, vidljivo je da veći udio djevojaka pri prvom mjerenju ima adekvatniji unos vode u odnosu na mladiće (91 % naspram 89 %), međutim taj odnos je suprotan tijekom drugog mjerenja gdje stariji mladići imaju adekvatniji unos vode u odnosu na starije djevojke (92 % naspram 85 %). Važno je istaknuti da je smanjenje adekvatnosti unosa vode kod djevojaka sa starenjem statistički značajno ( $p = 0,04$ ,  $\alpha = 0,05$ ) za razliku od povećanja adekvatnosti unosa vode kod mladića.

Nadalje, niti mladići niti djevojke ne postižu adekvatan unos energije tijekom prvog (15/16 godina) i drugog (18/19 godina) mjerenja. Međutim, adekvatnost unosa energije je u prosjeku za gotovo 15 % veća kod mladića u odnosu na djevojke. Značajnost promjene adekvatnosti energetskeg unosa nije uočena kod nijednog spola ( $p > 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Uspoređujući prosječnu adekvatnost unosa energije sa starijim nacionalnim istraživanjem (Colić Barić i sur., 2001), gdje je  $83,3 \pm 25,1$  adolescenata imalo adekvatan energetska unos, možemo konstatirati da tijekom perioda od gotovo 20 godina nije došlo do značajnije relativne promjene energetskeg unosa među adolescentima.

Unos makronutrijenata kod oba spola se nalazi unutar prihvatljivih raspona tijekom oba mjerenja. Statističkom analizom apsolutnog unosa makronutrijenata (izraženo u gramima) utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) između prvog i drugog mjerenja kod oba spola u gotovo svim makronutrijentima. Izuzetak čini unos masti kod djevojaka, gdje nije utvrđena statistička značajnost promjene sa starenjem. Kod oba spola se može primijetiti trend smanjenja unosa ugljikohidrata te povećanja unosa proteina i masti. Takav obrazac prehrane može se djelomično objasniti sve većom, pretežno populističkom, glorifikacijom ketogene prehrane te prehrane sa smanjenim udjelom ugljikohidrata i povećanim unosom masti kao efikasnim metodama mršavljenja (Partsalaki i sur., 2012).

Tablica 3. Prehrambeni unos i promjena unosa makronutrijenata, energije, vode i odabranih komponenti prehrane kod mladića na početku (15/16 godina) i na kraju (18/19 godina) studije

Makronutrijent	15/16 godina			18/19 godina			Statistička značajnost
	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	p-vrijednost
<b>Voda (L)</b>	2,5	2,23 ± 0,98 (0,60; 6,46)	89	2,5	2,30 ± 1,03 (0,46; 6,17)	92	0,38
<b>Energija (kcal)</b>	2845	2567 ± 1119 (509; 9139)	90	2896	2666 ± 1158 (443; 9285)	92	0,18
<b>Ugljikohidrati (% kcal)</b>	45-60	51 ± 9 (26; 76)	/	45-60	44 ± 10 (12; 72)	/	<b>1,8 x 10<sup>-4</sup> *</b>
<b>Masti (% kcal)</b>	20-35	32 ± 7 (13; 56)	/	20-35	35 ± 8 (8; 57)	/	<b>3,3 x 10<sup>-4</sup> *</b>
<b>Proteini (% kcal)</b>	/	17 ± 5 (7; 41)	/	/	21 ± 7 (6; 50)	/	<b>9,6 x 10<sup>-9</sup> *</b>
<b>Proteini (g kg<sup>-1</sup> TM)</b>	0,87	1,7 ± 0,9 (0,3; 5,6)	195	0,83	1,9 ± 1,0 (0,2; 6,5)	229	/
<b>Kolesterol (mg)</b>	< 300	398 ± 281 (0; 1527)	/	< 300	528 ± 400 (12; 2366)	/	<b>5,0 x 10<sup>-7</sup></b>
<b>Prehrambena vlakna (g)</b>	21	20,5 ± 10,0 (3,2; 73,0)	98	25	20,0 ± 11,1 (0,8; 71,9)	80	0,54

Vrijednosti ostvarenog unosa su prikazane kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (minimum; maksimum). Statistički značajne promjene ( $\alpha = 0,05$ ) su podebljane. \*Statistička značajnost promjena ( $\alpha = 0,05$ ) za unos makronutrijenata izražen u gramima

Tablica 4. Prehrambeni unos i promjena unosa makronutrijenata, energije, vode i odabranih komponenti prehrane kod djevojaka na početku (15/16 godina) i na kraju (18/19 godina) studije

Makronutrijent	15/16 godina			18/19 godina			Statistička značajnost
	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	p-vrijednost
Voda (L)	2,0	1,81 ± 0,81 (0,29; 5,37)	91	2,0	1,69 ± 0,76 (0,26; 5,38)	85	<b>0,04</b>
Energija (kcal)	2203	1703 ± 858 (234; 7306)	77	2143	1663 ± 661 (292; 4729)	78	0,13
Ugljikohidrati (% kcal)	45-60	52 ± 10 (20; 86)	/	45-60	49 ± 11 (11; 77)	/	<b>3,1 x 10<sup>-3</sup>*</b>
Masti (% kcal)	20-35	33 ± 8 (9; 61)	/	20-35	33 ± 8 (13; 52)	/	0,11 *
Proteini (% kcal)	/	17 ± 6 (4; 57)	/	/	19 ± 7 (5; 46)	/	<b>0,03 *</b>
Proteini (g kg <sup>-1</sup> TM)	0,84	1,2 ± 0,7 (0,1; 5,4)	143	0,83	1,3 ± 0,7 (0,2; 4,7)	157	/
Kolesterol (mg)	< 300	239 ± 207 (2; 1451)	/	< 300	247 ± 191 (0; 1290)	/	0,64
Prehrambena vlakna (g)	21	14,9 ± 9,0 (0,3; 62,4)	71	25	14,7 ± 7,7 (0,6; 67,7)	59	0,65

Vrijednosti ostvarenog unosa su prikazane kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (minimum; maksimum). Statistički značajne promjene ( $\alpha = 0,05$ ) su podebljane. \*Statistička značajnost promjena ( $\alpha = 0,05$ ) za unos makronutrijenata izražen u gramima

Prilikom prikaza rezultata unosa proteina u  $\text{g kg}^{-1}$  TM, lako se uočava da i djevojke i mladići imaju unos do dvostruko veći od preporučenog. Iako je adekvatan unos proteina neophodan za održavanje brojnih fizioloških i biokemijskih funkcija u organizmu, izrazito visok unos može dovesti do različitih patofizioloških stanja kostiju, jetre i bubrega. Budući da su namirnice bogate proteinima obično bogate zasićenim masnoćama i kolesterolom, prevelik unos proteina indirektno može dovesti i do pojave bolesti koronarnih žila (St. Jeor, 2001). Štoviše, kod mladića je kod oba mjerenja zabilježen unos kolesterola viši od preporučenog, a adekvatnost unosa vlakana sa starenjem se smanjila za gotovo 20 %. S druge strane djevojke imaju prihvatljiv unos kolesterola, međutim i kod njih je prisutno smanjenje adekvatnosti unosa vlakana sa starenjem za više od 10 %. Usporedbom sa starijim nacionalnim istraživanjem (Colić Barić i sur., 2001) možemo zaključiti da je došlo do pozitivnog trenda povećanja adekvatnosti unosa vlakana, iako unos još uvijek nije adekvatan.

#### 4.3.2. Prosječan unos i promjena u unosu odabranih mikronutrijenata

Preporučeni unos mikronutrijenata izveden je iz vrijednosti prosječnih potreba (*engl. Average Requirement, AR*) te u slučaju magnezija i vitamina D iz vrijednosti adekvatnog unosa (*engl. Adequate Intake, AI*). Pomoću srednjih vrijednosti ostvarenog unosa i preporuka za unos izračunat je udio ispitanika koji unose manje od preporuka. Rezultati za različiti spol su prikazani u tablicama 5 i 6.

Mikronutrijent čiju adekvatnost ne zadovoljavaju gotovo svi adolescenti pri oba mjerenja je vitamin D. Međutim, kod mladića sa starenjem dolazi do statistički značajnog povećanja unosa vitamina D ( $p = 9,9 \times 10^{-3}$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Većina mladića i djevojaka ima adekvatan unos tiamina kod 15/16 godina i 18/19 godina te nije uočena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) u unosu između tih dvaju mjerenja. Mladići imaju i adekvatan unos riboflavina kod oba mjerenja, dok nešto više od 50 % djevojaka ima neadekvatan unos kod oba mjerenja. Veći udio djevojaka ima neadekvatan unos folata (67 % za 15/16 godina i 72 % za 18/19 godina) u odnosu na mladiće, što izrazito zabrinjava budući da folat ima važnu ulogu u smanjenju rizika od oštećenja neuralne cijevi (Ebara, 2017). 50–70 % ispitanika ima neadekvatan unos vitamina C, pri čemu kod oba spola sa starenjem dolazi do smanjenja adekvatnosti. Štoviše, kod mladića je registrirano značajno smanjenje unosa vitamina C između prvog i drugog mjerenja ( $p = 2,0 \times 10^{-3}$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Većina djevojaka u oba mjerenja nije uspjela zadovoljiti preporuke za unos kalcija i magnezija, dok mladići imaju relativno veću adekvatnost unosa za ove dvije mineralne tvari – također, kod djevojaka sa starenjem dolazi do značajnog smanjenja u unosu kalcija ( $p =$

0,03,  $\alpha = 0,05$ ), dok kod mladića dolazi do značajnog povećanja u unosu magnezija ( $p = 0,01$ ,  $\alpha = 0,05$ ).

Nešto manje od polovice djevojaka ima neadekvatan unos željeza za razliku od samo šestine mladića – niti kod jednih niti kod drugih ne dolazi do značajne promjene ( $p > 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) u unosu željeza između dvaju mjerenja. Adekvatnost unosa natrija i kalija ispitana je usporedbom srednjih vrijednosti ostvarenog unosa s vrijednostima adekvatnog unosa (*engl. Adequate Intake, AI*). Rezultati su s obzirom na spol prikazani u obliku postotka preporučenog unosa u tablicama 7 i 8. Dok djevojke imaju blago povišen unos natrija u odnosu na preporuke (110 % kod 15/16 godina i 120 % kod 18/19 godina), mladići uvelike premašuju preporuke za unos natrija (185 % kod 15/16 godina i 220 % kod 18/19 godina). I kod djevojaka ( $p = 0,03$ ,  $\alpha = 0,05$ ) i kod mladića ( $p = 3,9 \times 10^{-4}$ ,  $\alpha = 0,05$ ) s godinama dolazi do značajnog povećanja u unosu natrija. Takav trend kumulativno može dovesti do ozbiljnih krvožilnih i srčanih stanja te ranijeg nastupa hipertenzije kao posljedice povišenog krvnog tlaka (Leyvraz i sur., 2018). Što se tiče unosa kalija, mladići kod oba mjerenja imaju adekvatniji unos u odnosu na djevojke, međutim i kod jednih i kod drugih je unos neadekvatan.

Tablica 5. Prehrambeni unos i promjena unosa mikronutrijenata kod mladića na početku (15/16 godina) i na kraju (18/19 godina) studije

Mikronutrijent	15/16 godina			18/19 godina			Statistička značajnost
	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Ispitanika koji unose manje od preporučenog unosa	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Ispitanika koji unose manje od preporučenog unosa	p-vrijednost
<b>Tiamin (mg)</b>	0,9	2,0 ± 1,2 (0,4; 10,1)	14	0,9	2,1 ± 1,3 (0,3; 7,7)	13	0,12
<b>Riboflavin (mg)</b>	1,4	2,4 ± 1,4 (0,3; 8,1)	25	1,3	2,4 ± 1,4 (0,3; 8,5)	22	0,54
<b>Folat (µg)</b>	250	354 ± 226 (3; 1639)	38	250	336 ± 221 (37; 1959)	37	0,27
<b>Vitamin D (µg)</b>	15	2,53 ± 2,54 (0,00; 19,60)	99	15	3,06 ± 2,94 (0,04; 18,10)	99	<b>9,9 x 10<sup>-3</sup></b>
<b>Vitamin C (mg)</b>	85	120 ± 122 (1; 978)	49	90	93 ± 101 (0; 995)	66	<b>2,0 x 10<sup>-3</sup></b>
<b>Kalcij (mg)</b>	960	1033 ± 513 (103; 2938)	49	860	1110 ± 626 (147; 3881)	42	0,07
<b>Željezo (mg)</b>	8	15 ± 11 (2; 96)	25	6	15 ± 9 (1; 66)	8	0,99
<b>Magnezij (mg)</b>	300	323 ± 148 (53; 1079)	50	350	349 ± 168 (65; 1116)	59	<b>0,01</b>

Vrijednosti ostvarenog unosa prikazane su kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (minimum; maksimum). Statistički značajne promjene ( $\alpha = 0,05$ ) su podebljane

Tablica 6. Prehrambeni unos i promjena unosa mikronutrijenata kod djevojaka na početku (15/16 godina) i na kraju (18/19 godina) studije

Mikronutrijent	15/16 godina			18/19 godina			Statistička značajnost
	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Ispitanika koji unose manje od preporučenog unosa	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Ispitanika koji unose manje od preporučenog unosa	p-vrijednost
<b>Tiamin (mg)</b>	0,7	1,2 ± 0,8 (0,1; 7,1)	25	0,7	1,3 ± 0,8 (0,1; 6,4)	24	0,41
<b>Riboflavin (mg)</b>	1,4	1,5 ± 1,1 (0,1; 9,1)	57	1,3	1,4 ± 0,8 (0,2; 4,5)	55	0,09
<b>Folat (µg)</b>	250	237 ± 185 (7; 1494)	67	250	221 ± 133 (12; 837)	72	0,16
<b>Vitamin D (µg)</b>	15	1,46 ± 1,70 (0,00; 11,47)	100	15	1,43 ± 1,44 (0,00; 9,60)	100	0,79
<b>Vitamin C (mg)</b>	75	102 ± 127 (0; 939)	56	80	85 ± 97 (0; 740)	63	0,06
<b>Kalcij (mg)</b>	960	767 ± 491 (139; 3939)	77	860	702 ± 363 (54; 2542)	74	<b>0,03</b>
<b>Željezo (mg)</b>	7	10 ± 8 (1; 79)	49	7	9 ± 6 (1; 42)	42	0,35
<b>Magnezij (mg)</b>	250	229 ± 119 (46; 952)	69	300	229 ± 101 (39; 618)	81	0,98

Vrijednosti ostvarenog unosa prikazane su kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (minimum; maksimum). Statistički značajne promjene ( $\alpha = 0,05$ ) su podebljane



Tablica 7. Prehrambeni unos i promjena unosa natrija i kalija kod mladića na početku (15/16 godina) i na kraju (18/19 godina) studije

Mikronutrijent	15/16 godina			18/19 godina			Statistička značajnost
	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	p-vrijednost
<b>Natrij (g)</b>	2,0	3,7 ± 2,1 (0,5; 12,5)	185	2,0	4,4 ± 2,7 (0,4; 27,8)	220	<b>3,9 x 10<sup>-4</sup></b>
<b>Kalij (g)</b>	3,5	3,0 ± 1,4 (0,5; 8,1)	85	3,5	3,1 ± 1,5 (0,5; 9,4)	89	0,09

Ostvareni unos prikazan kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (minimum; maksimum). Statistički značajne promjene ( $\alpha = 0,05$ ) su podebljane

Tablica 8. Prehrambeni unos i promjena unosa natrija i kalija kod djevojaka na početku (15/16 godina) i na kraju (18/19 godina) studije

Mikronutrijent	15/16 godina			18/19 godina			Statistička značajnost
	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	Preporučeni unos	Ostvareni unos	% Preporučenog unosa	p-vrijednost
<b>Natrij (g)</b>	2,0	2,2 ± 1,3 (0,1; 9,2)	110	2,0	2,4 ± 1,4 (0,3; 10,2)	120	<b>0,03</b>
<b>Kalij (g)</b>	3,5	2,0 ± 1,2 (0,3; 7,4)	57	3,5	2,1 ± 0,9 (0,2; 5,0)	60	0,77

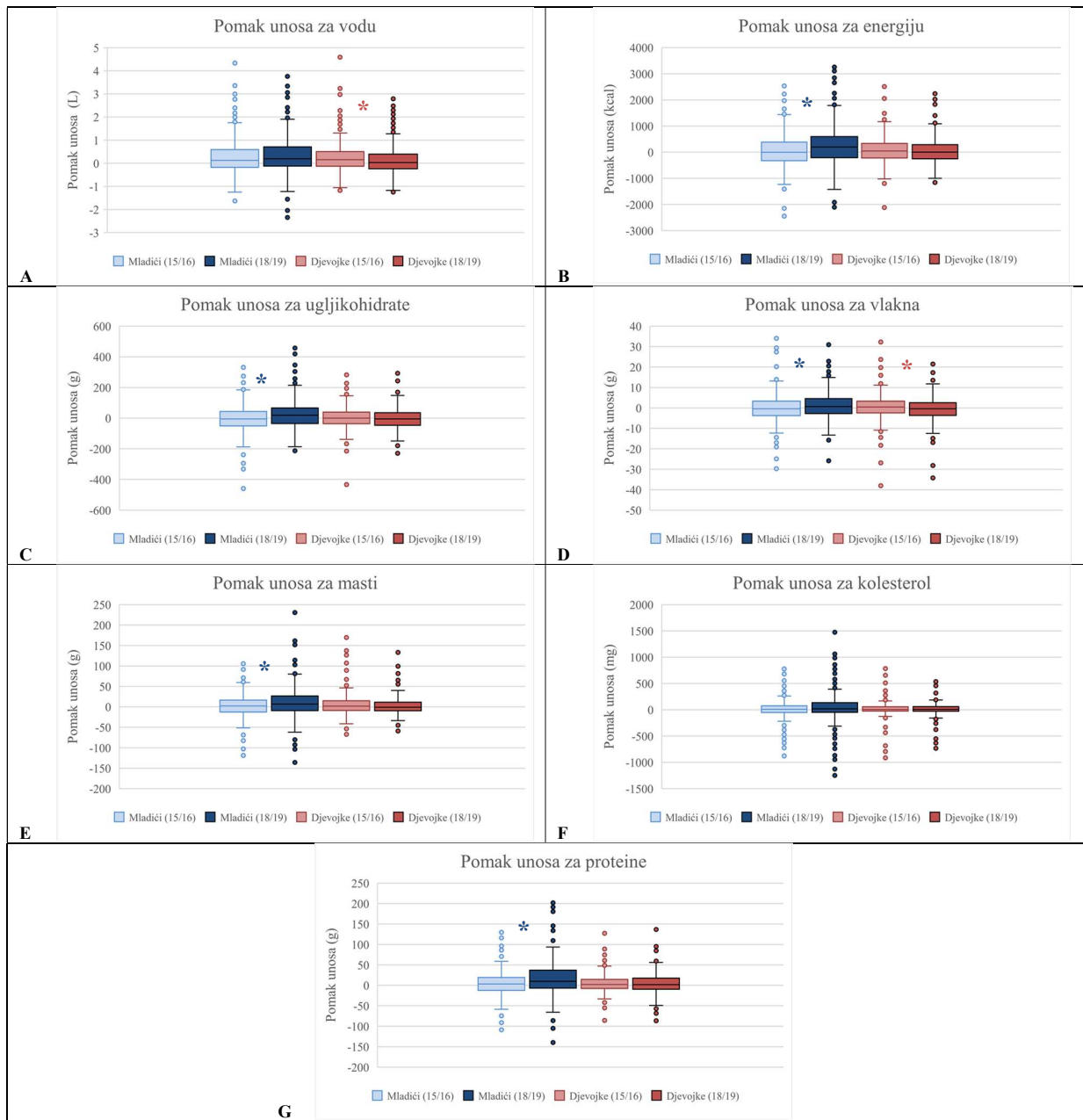
Ostvareni unos prikazan kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (minimum; maksimum). Statistički značajne promjene ( $\alpha = 0,05$ ) su podebljane

#### 4.4. POMAK U UNOSU ENERGIJE I NUTRITIVNIH KOMPONENTI

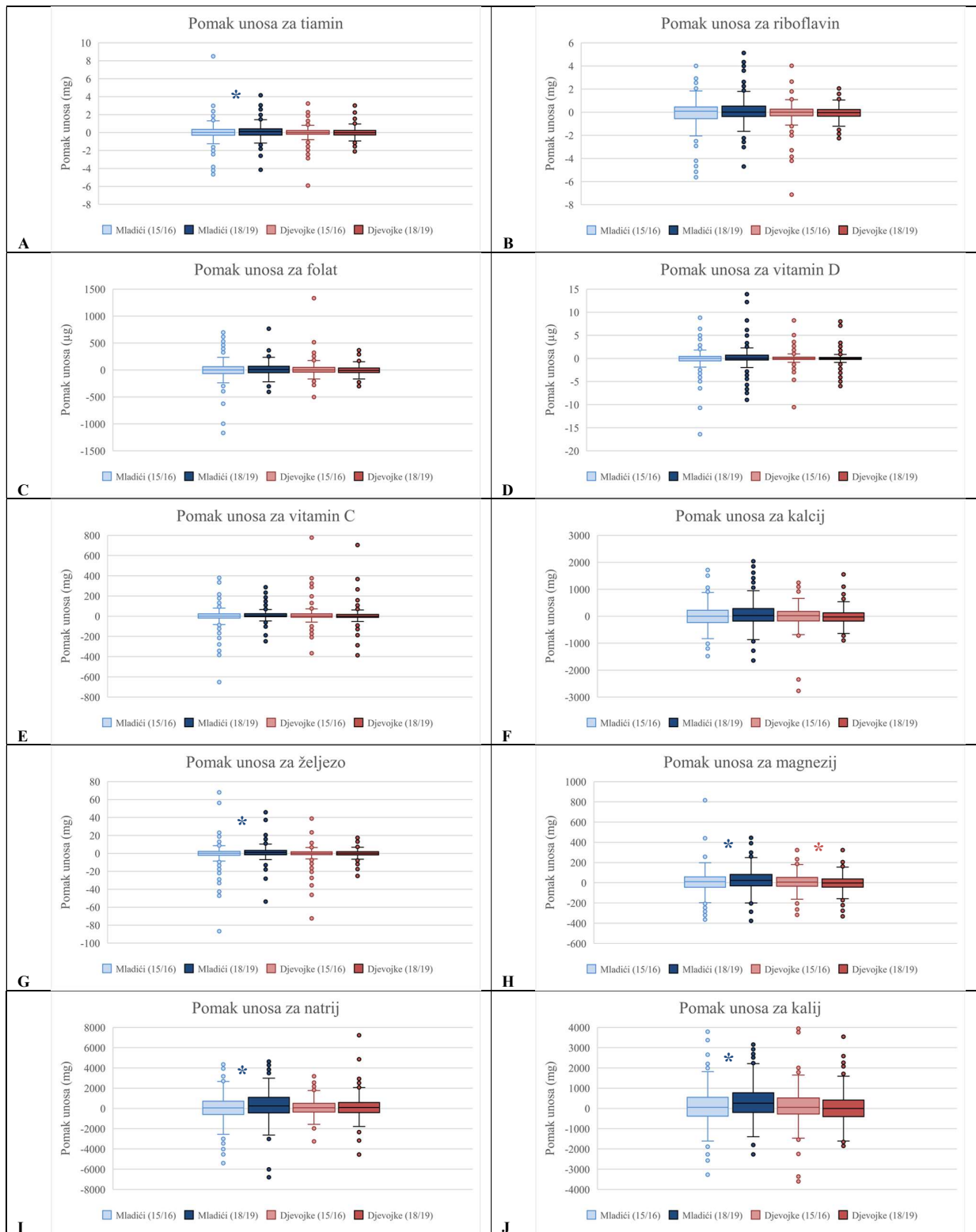
Pomaci u unosu energije i odabranih prehrambenih komponenti ovisno o dobi i spolu prikazani su na slikama 5 i 6. Vrijednost pomaka za pojedinu prehrambenu komponentu dobivena je oduzimanjem unosa u trećem dijelu dana (18:00h – odlazak na počinak) i unosa u prvom dijelu dana (buđenje – 11:00h). Na ovakav način moguće je pratiti kakva je priroda i trend distribucije energetske i nutritivne gustoće. Iako je nekoliko prethodnih radova ispitivalo prirodu pomaka energetske unosa kod djece i adolescenata (Diederichs i sur., 2018; Rešetar i sur., 2020), još niti jedan rad nije istraživao prirodu pomaka pojedinih nutritivnih komponenti s obzirom na dob i spol adolescenta.

Rezultati ovog diplomskog rada suglasni su s rezultatima Diederichs i sur. (2018) u smislu da sa starenjem dolazi do statistički značajnog povećanja pomaka u energetske unosu na uzorku cijele populacije, ali i s rezultatima Rešetar i sur. (2020) u smislu da sa starenjem dolazi do statistički značajnog pozitivnog pomaka u energetske unosu samo kod mladića ( $p = 3,3 \times 10^{-5}$ ,  $\alpha = 0,05$ ), ali ne i kod djevojaka.

Nadalje, isključivo kod mladića sa starenjem dolazi do statistički značajnog povećanja pomaka unosa za ugljikohidrate ( $p = 1,4 \times 10^{-3}$ ,  $\alpha = 0,05$ ), masti ( $9,6 \times 10^{-4}$ ,  $\alpha = 0,05$ ) i proteine ( $1,1 \times 10^{-5}$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Značajno smanjenje pomaka u unosu vode karakteristično je samo za djevojke ( $p = 6,8 \times 10^{-3}$ ,  $\alpha = 0,05$ ), dok i djevojke i mladići pokazuju značajan, ali suprotan pomak u unosu prehrambenih vlakana.



Slika 5. Pomak unosa za: A – vodu; B – energiju; C – ugljikohidrate; D – vlakna; E – masti; F – kolesterol; G – proteine. Raspon interkvartila obuhvaća vrijednosti između 25. i 75. percentila i na grafovima je prikazan kao različito obojeni pravokutnik. Horizontalna linija u pravokutniku predstavlja medijan. Linije izvan pravokutnika predstavljaju cjelokupni raspon vrijednosti u populaciji, dok točke ispod ili iznad linija predstavljaju ekstremno niske ili visoke vrijednosti (*engl. outliers*). Zvjezdice predstavljaju statistički značajnu promjenu s obzirom na dob za razinu značajnosti  $\alpha = 0,05$



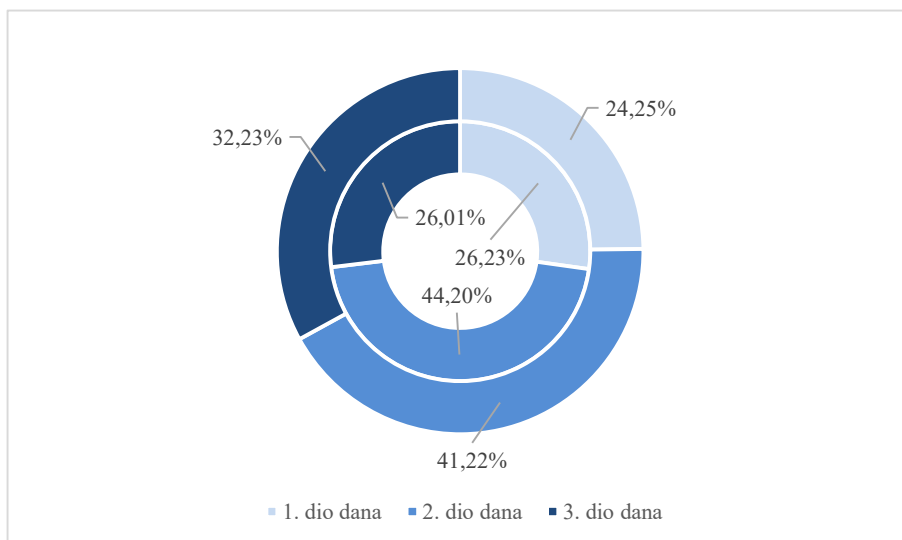
Slika 6. Pomak unosa za: A – tiamin; B – riboflavin; C – folat; D – vitamin D; E – vitamin C; F – kalcij; G – željezo; H – magnezij; I – natrij; J – kalij. Raspon interkvartila obuhvaća vrijednosti između 25. i 75. percentila i na grafovima je prikazan kao različito obojeni pravokutnik. Horizontalna linija u pravokutniku predstavlja medijan. Linije izvan pravokutnika

predstavljaju cjelokupni raspon vrijednosti u populaciji, dok točke ispod ili iznad linija predstavljaju ekstremno niske ili visoke vrijednosti (*engl. outliers*). Zvezdice predstavljaju statistički značajnu promjenu s obzirom na dob za razinu značajnosti  $\alpha = 0,05$

Dok kod mladića sa starenjem dolazi do pojave povećanja pomaka u unosu vlakana ( $p = 0,02$ ,  $\alpha = 0,05$ ), kod djevojaka sa starenjem dolazi do smanjenja pomaka u unosu vlakana ( $p = 0,03$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Analizom pomaka unosa za vitamine i mineralne tvari vidljivo je da je došlo do značajnog pomaka u unosu tiamina, željeza, magnezija, natrija i kalija. Naime, kod mladića je sa starenjem došlo do značajnog povećanja pomaka unosa za tiamin ( $p = 0,01$ ,  $\alpha = 0,05$ ), željezo ( $p = 4,7 \times 10^{-3}$ ,  $\alpha = 0,05$ ), natrij ( $p = 0,03$ ,  $\alpha = 0,05$ ) i kalij ( $p = 5,8 \times 10^{-4}$ ,  $\alpha = 0,05$ ). S druge strane, kod djevojaka je sa starenjem zabilježeno značajno smanjenje pomaka unosa za magnezij ( $p = 0,01$ ,  $\alpha = 0,05$ ), dok je kod mladića zabilježeno značajno povećanje ( $p = 0,03$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Kod svih ostalih nutritivnih komponenti pomaci u unosu nisu bili statistički značajni ( $p > 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.4.1. Pomak u unosu i distribucija energetskeg unosa

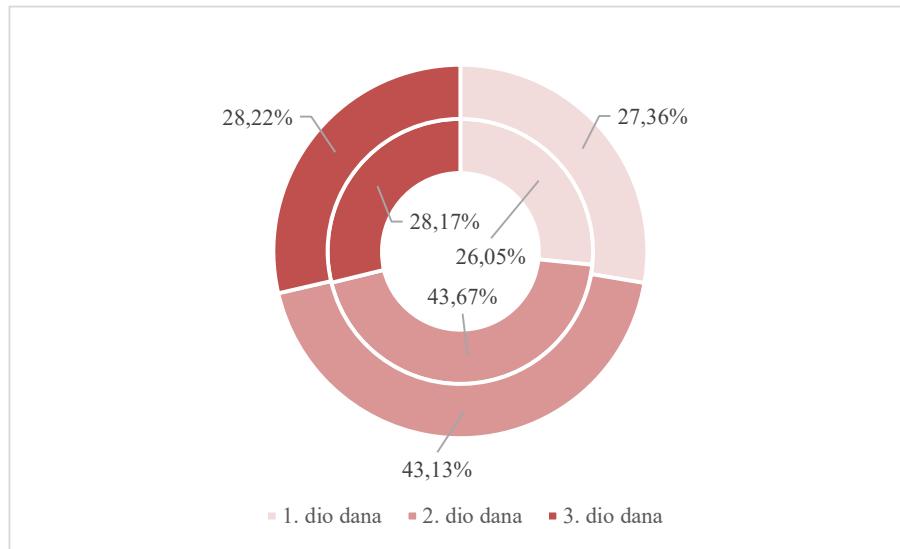
Distribucija energetskeg unosa u različitim dijelovima dana prikazana je na slici 7 za muški i na slici 8 za ženski spol, pri čemu unutarnji krug opisuje prvo, a vanjski krug drugo mjerenje. Mladići najveći energetskeg unos ostvaruju u 2. dijelu dana kako na prvom (44,20 %) tako i na drugom mjerenju (41,22 %). Nadalje, promatrajući mladiće vidimo kako sa starenjem dolazi do smanjenja energetskeg unosa u prvom dijelu dana (s 26,23 % na 24,25 %), a istovremeno dolazi do povećanja energetskeg unosa u trećem dijelu dana (s 26,01 % na 32,23 %). Drugim riječima kod mladića se uočava trend pomaka energetskeg unosa prema zadnjem dijelu dana.



Slika 7. Doprinos ukupnom energetskeg unosu tijekom prvog (buđenje – 11:00h), drugog (11:01 – 17:59h) i trećeg (18:00h – odlazak na počinak) dijela dana kod mladića prikazan kao postotak ukupnog energetskeg unosa. Unutarnji krug predstavlja doprinos tijekom prvog mjerenja (mladići 15/16), dok vanjski krug predstavlja doprinos tijekom drugog mjerenja (mladići 18/19)

Djevojke kao i mladići pokazuju dominantan unos energije u 2. dijelu dana (43,67 % kod 15/16 godina i 43,13 % kod 18/19 godina). Međutim, kod djevojaka za razliku od mladića sa starenjem dolazi do povećanja energetskeg unosa u prvom dijelu dana (s 26,05 % na 27,36 %), ali i do blagog povećanja u zadnjem dijelu dana (s 28,17 % na 28,22 %).

Usporedbom distribucije energetskeg unosa s rezultatima Diederichs i sur. (2018), koji su imali jednaku definiciju vremenskih granica unosa, možemo uočiti da su trendovi u promjeni distribucije energetskeg unosa prilično slični. Kod Diederichs i sur. (2018), kod adolescenata između 15/16 i 17/18 godine dolazi do smanjenja unosa energije u prvom dijelu dana s 24 % na 23 % ukupnog energetskeg unosa. U ovom diplomskom radu, kod mladića dolazi do relativnog smanjenja energetskeg unosa u prvom dijelu dana ( $\Delta E_1 = - 1,98 \%$ ), dok kod djevojaka dolazi do relativnog povećanja energetskeg unosa ( $\Delta E_1 = 1,31 \%$ ) – međutim, ukoliko promatramo promjenu na uzorku cijele populacije, kao i kod Diederichs i sur. (2018) dolazi do smanjenja unosa energije u prvom dijelu dana. Ista priroda trenda uočava se i kod unosa energije u trećem dijelu dana – dok kod Diederichs i sur. (2018) između 15/16 i 17/18 godine dolazi do relativnog povećanja energetskeg unosa u trećem dijelu dana ( $\Delta E_3 = 2 \%$ ), u ovom diplomskom radu kod mladića ( $\Delta E_3 = 6,22 \%$ ) kao i kod djevojaka ( $\Delta E_3 = 0,05 \%$ ) dolazi do relativnog povećanja energetskeg unosa zadnjem dijelu dana.

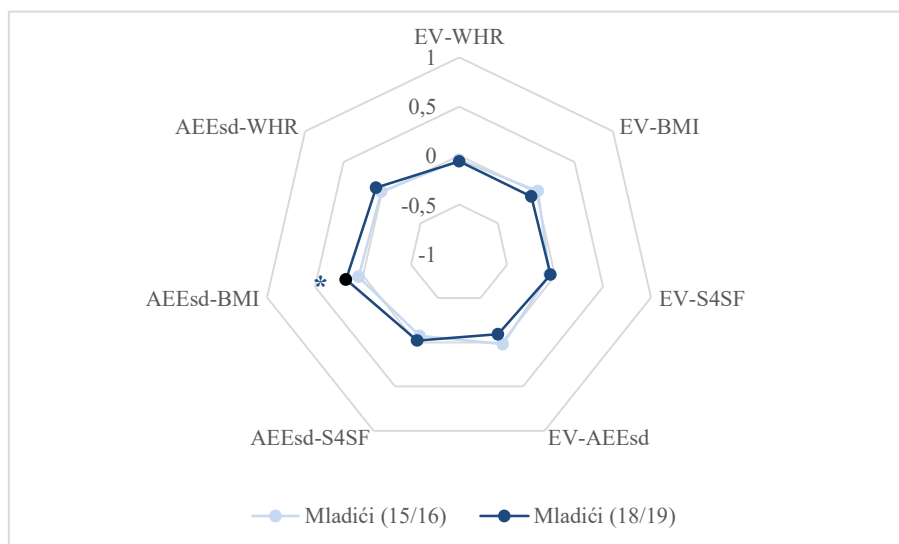


Slika 8. Doprinos ukupnom energetskeg unosu tijekom prvog (buđenje – 11:00h), drugog (11:01 – 17:59h) i trećeg (18:00h – odlazak na počinak) dijela dana kod djevojaka prikazan kao postotak ukupnog energetskeg unosa. Unutarnji krug predstavlja doprinos tijekom prvog mjerenja (djevojke 15/16), dok vanjski krug predstavlja doprinos tijekom drugog mjerenja (djevojke 18/19)

#### 4.4.2. Pomak u unosu energije, antropometrijski parametri i energetska potrošnja

Nekoliko istraživanja je već do sada pokazalo kako se pomak u unosu energije prema drugom dijelu dana, u kombinaciji s preskakanjem zajutarka i većem energetskeg unosu u noćnim satima, može odraziti negativno na metaboličke funkcije i srčano-krvožilni sustav odraslih osoba (Lopez-Minguez i sur., 2019; Kutsuma i sur., 2014). Što se tiče populacije adolescenata, malo je radova koji su se bavili ovom problematikom. Jedno istraživanje na adolescentima je pokazalo kako je konzumacija zajutarka obrnuto povezana s pretilosti, ali samo kod adolescenata muškog spola koji su ujedno i najaktivniji (Sila i sur., 2019). Štoviše, Sila i sur. (2019) su pokazali kako tjelesna aktivnost nema značajan posredni učinak na povezanost konzumacije doručka i pojavnosti pretilosti kod većeg dijela adolescenata dobi između 15 i 16 godina. Istraživanje koje je ispitivalo značajnost povezanosti pomaka u unosu energije, odabranih antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa i energetske potrošnje za tjelesnu aktivnost (Rešetar i sur., 2020), pritom ne uključujući potencijalne varijable posredne povezanosti, došlo je do zaključka kako je pomak u unosu energije prema kraju dana slabo povezan s antropometrijskim indikatorima nutritivnog statusa i energetskeg potrošnjom za tjelesnu aktivnost. Unutar ovog diplomskog rada ponovno je ispitana povezanost energetskeg pomaka, antropometrijskih parametara i tjelesne aktivnosti kod mladića i djevojaka uzimajući u obzir dob, ukupni dnevni energetskeg unos i socioekonomski status kao varijable posredne

povezanosti. Rezultati korelacijske analize prikazani su na slici 9 za mladiće te na slici 10 za djevojke.

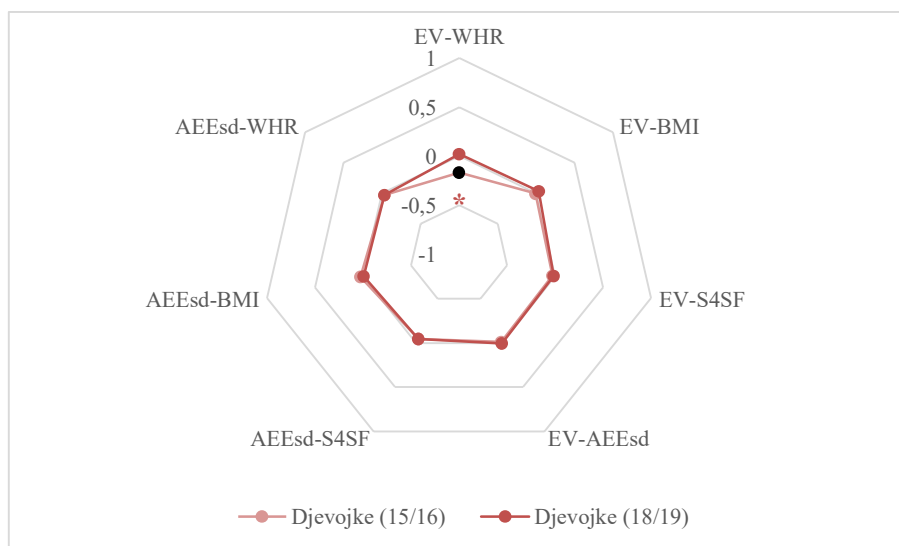


Slika 9. Prikaz vrijednosti korelacijskih koeficijenata između pomaka u energiji (EV), antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa (WHR – omjer struka i bokova; BMI – indeks tjelesne mase; S4SF – suma kožnih nabora) te energetske potrošnje za tjelesnu aktivnost za vrijeme školskih dana (AEEsd) za mladiće. Vrijednosti korelacijskih koeficijenata su standardizirane s obzirom na dob, ukupan energetske unos i socioekonomski status. Statistički značajni korelacijski koeficijenti ( $p < 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) su obojeni crnom bojom i označeni zvjezdicom

Iz rezultata analize proizlazi da je kod mladića statistički značajna povezanost pronađena jedino pri dobi od 18/19 godina kada je indeks tjelesne mase bio pozitivno koreliran s energetsom potrošnjom za tjelesnu aktivnost ( $R^2 = 0,180$ ,  $p = 0,002$ ,  $\alpha = 0,05$ ) (slika 9). Slična interpretacija proizašla je i kod nestandardiziranih korelacijskih koeficijenata Rešetar i sur. (2020), gdje je također pri dobi od 18/19 godina kod mladića indeks tjelesne mase bio pozitivno koreliran s energetsom potrošnjom za tjelesnu aktivnost ( $R^2 = 0,17$ ,  $p = 0,002$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Razlog za pronalaženje ovakve vrste korelacije kod mladića mogao bi biti zbog činjenice da dio mladića s većim indeksom tjelesne mase ima i veći udio mišićne mase, a veći udio mišićne mase povezan je s većom potrošnjom energije putem različitih oblika tjelesne aktivnosti (Rešetar i sur., 2020). S druge strane, kod djevojaka je statistički značajna negativna povezanost pronađena pri dobi od 15/16 godina između pomaka u unosu energije i omjera struka i bokova ( $R^2 = -0,167$ ,  $p = 0,004$ ,  $\alpha = 0,05$ ) (slika 10), kao i u radu Rešetar i sur. (2020) ( $R^2 = -0,17$ ,  $p = 0,002$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Priroda takve korelacije mogla bi biti povezana sa smanjenjem ukupnog energetskeg unosa kod dijela adolescentica 15/16 godina koje primjerice preskaču zajuttrak ili



doručak. Preskakanjem zajutarka, doručka ili smanjenjem unosa energije u prvom dijelu dana dobivaju se veće vrijednosti pomaka u unosu energije (EV) što bi moglo pogrešno navesti na zaključak kako je pomak energije prema zadnjem dijelu dana pogodan za poboljšanje antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa. Valja imati na umu da se iz rezultata korelacijske analize ne mogu i ne smiju izvoditi uzročno-posljedični veze koje pak mogu dovesti do potpuno krivih i potencijalno opasnih zaključaka.



Slika 10. Prikaz vrijednosti korelacijskih koeficijenata između pomaka u energiji (EV), antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa (WHR – omjer struka i bokova; BMI – indeks tjelesne mase; S4SF – suma kožnih nabora) te energetske potrošnje za tjelesnu aktivnost za vrijeme školskih dana (AEEsd) za djevojke. Vrijednosti korelacijskih koeficijenata su standardizirane s obzirom na dob, ukupan energetske unos i socioekonomski status. Statistički značajni korelacijski koeficijenti ( $p < 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) su obojeni crnom bojom i označeni zvjezdicom

Sažeto, unutar ovog diplomskog rada prikazana je promjena antropometrijskih indikatora nutritivnog statusa kod adolescenata između 15/16 i 18/19 godine. Analizom vrijednosti indeksa tjelesne mase, kao antropometrijskog parametra uhranjenosti, opaženo je da sa starenjem dolazi do smanjenja udjela adekvatno uhranjenih mladića i djevojk. Nadalje, oba spola ni pri jednom mjerenju ne zadovoljavaju preporuke za unos energije i unos vode, a unos makronutrijenata sa starenjem poprima oblik sklonosti ka "keto" trendu odnosa distribucije unosa makronutrijenata. Posebno brine visok unos proteina i kolesterola, osobito kod starijih mladića, koji dugoročno može rezultirati pojavom brojnih metaboličkih komplikacija. Unos mikronutrijenata kod oba spola je relativno neadekvatan, osim natrija koji je kod mladića znatno veći od preporučenog, što bi trebao biti ozbiljan predmet javnozdravstvenih programa i politika. Analizom pomaka u unosu energije i nutritivnih komponenti pokazano je da kod mladića sa

staranjem dolazi do značajnog pomaka u unosu svih makronutrijenata i energije prema zadnjem dijelu dana. Dodatno, mladići bilježe pomak u unosu tiamina, natrija, magnezija, kalija i željeza, dok kod djevojaka dolazi do značajnog pomaka samo u magneziju. Pokazalo se da kod mladića dolazi do smanjenja energetskeg unosa u prvom dijelu dana i paralelnog povećanja energetskeg unosa u trećem dijelu dana, dok su djevojke ostvarile povećanje i u prvom i u trećem dijelu dana. Drugi dio dana (vrijeme ručka i užine) ostao je vremenski prozor najvećeg unosa energije u danu kod oba spola tijekom oba mjerenja. Korelacijska analiza je pronašla značajnu povezanost između pomaka u unosu energije i omjera struka i bokova kod djevojaka pri prvom mjerenju, kao i značajnu povezanost između indeksa tjelesne mase i energetske potrošnje za tjelesnu aktivnost kod mladića pri drugom mjerenju. Ograničenje ovakve vrste analize je sadržano u nemogućnosti uzročno-posljedične ekstrapolacije, ali može služiti kao svojevrsni početak za metodološki znatno kompleksnija istraživanja.

## 5. ZAKLJUČCI

Iz rezultata provedenog istraživanja unutar ovog diplomskog rada, u sklopu longitudinalne studije CRO-PALS, proizlaze sljedeći zaključci:

- 1) Udio adekvatne uhranjenosti se smanjuje u oba spola sa starenjem (mladići s 85 % na 81 %; djevojke s 79 % na 77 %). Sa starenjem dolazi do povećanja udjela nedovoljno uhranjenih i prekomjerno uhranjenih mladića te do smanjenja udjela pretilih mladića. Analogno, sa starenjem dolazi do povećanja nedovoljno uhranjenih i pretilih djevojjaka, dok se udio prekomjerno uhranjenih djevojjaka ne mijenja.
- 2) Mladići i djevojke imaju neadekvatan unos energije kod 15/16 i 18/19 godina. Udio energije koja potječe od ugljikohidrata i masti nalazi se unutar prihvatljivog raspona za unos tih makronutrijenata kod oba spola tijekom oba mjerenja – marginalni izuzetak čini unos ugljikohidrata kod mladića 18/19 godina.
- 3) I djevojke i mladići imaju značajno veći unos proteina od preporučenog. Mladići sa starenjem pokazuju znatno veći unos kolesterola od preporuka, ali i smanjenje adekvatnosti unosa prehrambenih vlakana.
- 4) Oba spola očekivano imaju neadekvatan unos vitamina D prehranom, a posebno zabrinjava povećanje neadekvatnosti unosa folata kod djevojjaka, te povećanje neadekvatnosti unosa natrija kod mladića sa starenjem.
- 5) Sa starenjem kod mladića dolazi do značajne promjene ( $p < 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) u pomaku unosa svih makronutrijenta i vlakana prema zadnjem dijelu dana, dok kod djevojjaka dolazi do značajne promjene ( $p < 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) u pomaku unosa vlakana i vode prema prvom dijelu dana.
- 6) Pomak u unosu tiamina, željeza, natrija, kalija i magnezija prema zadnjem dijelu dana statistički je značajan ( $p < 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ) kod mladića, a kod djevojjaka dolazi samo do značajnog pomaka u unosu magnezija ( $p < 0,05$ ,  $\alpha = 0,05$ ), ali prema prvom dijelu dana.
- 7) Najveći energetska unos tijekom dana prisutan je u 2. dijelu dana, koji uključuje obroke ručak i užinu, na prvoj i na zadnjoj godini mjerenja kod oba spola (mladići 15/16 = 44,20 %; mladići 18/19 = 41,22 % ; djevojke 15/16 = 43,67 % ; djevojke 18/19 = 43,13 %).
- 8) Kod mladića između 15/16 i 18/19 godine dolazi do smanjenja energetska unosa u prvom i do povećanja energetska unosa u trećem dijelu dana, dok kod djevojjaka dolazi do povećanja energetska unosa kako u prvom tako i u trećem dijelu dana.

- 9) Kontrolom varijablama posredne povezanosti, mladići starosti 18/19 godina pokazuju značajnu pozitivnu korelaciju između indeksa tjelesne mase i energetske potrošnje za tjelesnu aktivnost. Djevojke starosti 15/16 godina pokazuju značajnu negativnu korelaciju između opsega struka i bokova i pomaka u unosu energije prema zadnjem dijelu dana.

## 6. LITERATURA

- Al-Hamad, D., Raman, V. (2017) Metabolic syndrome in children and adolescents. *Transl. Pediatr.* **6**, 397–407.
- Almoosawi, S., Vingeliene, S., Karagounis, L. G, Pot, G. K. (2016) Chrono-nutrition: a review of current evidence from observational studies on global trends in time-of-day of energy intake and its association with obesity. *Proc. Nutr. Soc.* **75**, 487–500.
- Arnett, J. J. (1999) Adolescent storm and stress, reconsidered. *Am. Psychol.* **54**, 317–326.
- Benton, D. (2015) Portion size: what we know and what we need to know. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **55**, 988–1004.
- Berg, C., Lappas, G., Wolk, A., Strandhagen, E., Torén, K., Rosengren, A., Thelle, D., Lissner, L. (2009) Eating patterns and portion size associated with obesity in a Swedish population. *Appetite* **52**, 21–26.
- Berg, C., Larsson, C. (2020) Dieting, body weight concerns and health: trends and associations in Swedish schoolchildren. *BMC Public Health* **20**, 187. doi: 10.1186/s12889-020-8295-7.
- Berge, J. M., Wall, M., Hsueh, T. F., Fulkerson, J. A., Larson, N., Neumark-Sztainer, D. (2015) The protective role of family meals for youth obesity: 10-year longitudinal associations. *J. Pediatr.* **166**, 296–301.
- Chung, N., Bin, Y. S., Cistulli, P. A., Chow, C. M. (2020) Does the Proximity of Meals to Bedtime Influence the Sleep of Young Adults? A Cross-Sectional Survey of University Students. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **17**, 2677. doi:10.3390/ijerph17082677.
- Colapinto, C. K., Fitzgerald, A., Taper, L. J., Veugelers, P. J. (2007) Children's preference for large portions: prevalence, determinants, and consequences. *J. Am. Diet. Assoc.* **107**, 1183–1190.
- Colić Barić, I., Cvjetić, S., Šatalić, Z. (2001) Dietary intakes among Croatian schoolchildren and adolescents. *Nutrition and Health* **15**, 127–138.
- Crispim, C. A, Zimberg, I. Z., dos Reis, B. G., Diniz, R. M., Tufik, S., de Mello, M. T. (2011) Relationship between food intake and sleep pattern in healthy individuals. *J. Clin. Sleep Med.* **7**, 659–664.

- Croll, J., Neumark-Sztainer, D., Story, M., Ireland, M. (2002) Prevalence and risk and protective factors related to disordered eating behaviors among adolescents: relationship to gender and ethnicity. *J. Adolesc. Health* **31**, 166–175.
- Diederichs, T., Perrar, I., Roßbach, S., Alexy, U., Buyken, A. E. (2018) In adolescence a higher ‘eveningness in energy intake’ is associated with higher total daily energy intake. *Appetite* **128**, 159–166.
- Ebara, S. (2017) Nutritional role of folate. *Congenit. Anom. (Kyoto)* **57**, 138–141.
- Eng, S., Wagstaff, D. A., Kranz, S. (2009) Eating late in the evening is associated with childhood obesity in some age groups but not in all children: the relationship between time of consumption and body weight status in U.S. children. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **6**, 27. doi:10.1186/1479-5868-6-27.
- Fillon, A., Beaulieu, K., Miguet, M., Bailly, M., Finlayson, G., Julian, V., Masurier, J., Pereira, B., Duclos, M., Boirie, Y., Thivel, D. (2020) Delayed meal timing after exercise is associated with reduced appetite and energy intake in adolescents with obesity. *Pediatr. Obes.* **15**, e12651. doi:10.1111/ijpo.12651.
- Fiorito, L. M., Mitchell, D. C., Smiciklas-Wright, H., Birch, L. L. (2006) Girls' calcium intake is associated with bone mineral content during middle childhood. *J. Nutr.* **136**, 1281–1286.
- Fisher, J. O. (2007) Effects of age on children's intake of large and self-selected food portions. *Obesity (Silver Spring)* **15**, 403–412.
- French, S. A., Story, M., Neumark-Sztainer, D., Fulkerson, J. A., Hannan, P. (2001) Fast food restaurant use among adolescents: associations with nutrient intake, food choice and behavioral and psychosocial variables. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* **25**, 1823–1833.
- Froy, O. (2007) The relationship between nutrition and circadian rhythms in mammals. *Front. Neuroendocrinol.* **28**, 61–71.
- Garaulet, M., Gómez-Abellán, P. (2014) Timing of food intake and obesity: a novel association. *Physiol. Behav.* **134**, 44–50.
- Gillman, M. W., Rifas-Shiman, S. L., Frazier, A. L., Rockett, H. R., Camargo, C. A. Jr., Field, A. E., Berkey, C. S., Colditz, G. A. (2000) Family dinner and diet quality among older children and adolescents. *Arch. Fam. Med.* **9**, 235–240.

- Hammons, A. J., Fiese, B. H. (2011) Is frequency of shared family meals related to the nutritional health of children and adolescents? *Pediatrics* **127**, 1565–1574.
- Han, J. C., Lawlor, D. A., Kimm, S. Y. S. (2010) Childhood Obesity-2010: Progress and Challenges. *Lancet* **375**, 1737–1748.
- Holman, D. M., White, M. C. (2011) Dietary behaviors related to cancer prevention among pre-adolescents and adolescents: the gap between recommendations and reality. *Nutr. J.* **10**, 60. doi: 10.1186/1475-2891-10-60.
- Hruby, A., Hu, F. B. (2015) The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *Pharmacoeconomics* **33**, 673–689.
- Jureša, V., Musil, V., Kujundžić Tiljak, M. (2012) Growth Charts for Croatian School Children and Secular Trends in Past Twenty Years. *Coll. Antropol.* **36**, 47–57.
- Kaczmarek, J. L., MUSAAD, S. M., Holscher, H. D. (2017) Time of day and eating behaviors are associated with the composition and function of the human gastrointestinal microbiota. *Am. J. Clin. Nutr.* **106**, 1220–1231.
- Kaić-Rak, A., AntoniĆ, K. (1990) *Tablice O Sastavu Namirnica I Pića*; Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.
- Keller, A., Bucher Della Torre, S. (2015) Sugar-Sweetened Beverages and Obesity among Children and Adolescents: A Review of Systematic Literature Reviews. *Child. Obes.* **11**, 338–346.
- Kutsuma, A., Nakajima, K., Suwa, K. (2014) Potential association between breakfast skipping and concomitant late-night-dinner eating with metabolic syndrome and proteinuria in the Japanese population. *Scientifica* **2014**, 1–9.
- Ledikwe, J. H., Ello-Martin, J. A., Rolls, B. J. (2005) Portion sizes and the obesity epidemic. *J. Nutr.* **135**, 905–909.
- Leidy, H. J., Campbell, W. W. (2011) The effect of eating frequency on appetite control and food intake: brief synopsis of controlled feeding studies. *J. Nutr.* **141**, 154–157.
- Leyvraz, M., Chatelan, A., da Costa, B. R., Taffé, P., Paradis, G., Bovet, P., Bochud, M., Chiolero, A. (2018) Sodium intake and blood pressure in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of experimental and observational studies. *Int. J. Epidemiol.* **47**, 1796–1810.

- Libuda, L., Alexy, U., Buyken, A. E., Sichert-Hellert, W., Stehle, P., Kersting, M. (2009) Consumption of sugar-sweetened beverages and its association with nutrient intakes and diet quality in German children and adolescents. *Br. J. Nutr.* **101**, 1549–1557.
- Lohman, T. G., Hingle, M., Going, S. B. (2013) Body composition in children. *Pediatr. Exerc. Sci.* **25**, 573–590.
- Lopez-Minguez, J., Gómez-Abellán, P., Garaulet, M. (2019) Timing of Breakfast, Lunch, and Dinner. Effects on Obesity and Metabolic Risk. *Nutrients* **11**, 2624–2638.
- Lu, J., Shin, Y., Yen, M. S., Sun, S. S. (2016) Peak Bone Mass and Patterns of Change in Total Bone Mineral Density and Bone Mineral Contents From Childhood Into Young Adulthood. *J. Clin. Densitom.* **19**, 180–191.
- Malik, V. S., Pan, A., Willett, W. C., Hu, F. B. (2013) Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* **98**, 1084–1102.
- Marlatt, K. L., Farbakhsh, K., Dengel, D. R., Lytle, L. A. (2015) Breakfast and fast food consumption are associated with selected biomarkers in adolescents. *Prev. Med. Rep.* **3**, 49–52.
- Mentella, M. C., Scaldaferrri, F., Ricci, C., Gasbarrini, A., Miggiano, G. (2019) Cancer and Mediterranean Diet: A Review. *Nutrients* **11**, 2059. doi: 10.3390/nu11092059.
- Møller, A., Saxholt, E., Christensen, A. T., Hartkopp, H. B., Hess Ygil, K. (2005) Danish Food Composition Databank, revision 6.0. Food Informatics, Department of Nutrition, Danish Institute for Food and Veterinary Research. <<http://www.foodcomp.dk/>>. Pristupljeno 10. srpnja 2020.
- Monzani, A., Ricotti, R., Caputo, M., Solito, A., Archero, F., Bellone, S., Prodam, F. (2019) A Systematic Review of the Association of Skipping Breakfast with Weight and Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents. What Should We Better Investigate in the Future? *Nutrients* **11**, 387. doi: 10.3390/nu11020387.
- Moshfegh, A. J., Rhodes, D. G., Baer, D. J., Murayi, T., Clemens, J. C., Rumpler, W. V., Paul, D. R., Sebastian, R. S., Kuczynski, K. J., Ingwersen, L. A., Staples, R. C., Cleveland, L. E. (2008) The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes. *Am. J. Clin. Nutr.* **88**, 324–332.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) (2017a). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-



based measurement studies in 128,9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* **390**, 2627–2642.

NCD-RisC (2017b) World Map – Obesity. NCD-RisC – Non-Communicable Diseases Risk Factor Collaboration, < <http://ncdrisc.org/obesity-prevalence-map-ado.html>>. Pristupljeno 27. kolovoza 2020.

Niemeier, H. M., Raynor, H. A., Lloyd-Richardson, E. E., Rogers, M. L., Wing, R. R. (2006) Fast food consumption and breakfast skipping: predictors of weight gain from adolescence to adulthood in a nationally representative sample. *J. Adolesc. Health* **39**, 842–849.

Okada, C., Imano, H., Muraki, I., Yamada, K., Iso, H. (2019) The Association of Having a Late Dinner or Bedtime Snack and Skipping Breakfast with Overweight in Japanese Women. *J. Obes.* **2019**, 2439571. doi:10.1155/2019/2439571.

Partsalaki, I., Karvela, A., Spiliotis, B. E. (2012) Metabolic impact of a ketogenic diet compared to a hypocaloric diet in obese children and adolescents. *J. Pediatr. Endocr. Met.* **25**, 697–704.

Patton, G. C., Coffey, C., Carlin, J. B., Sawyer, S. M., Williams, J., Olsson, C. A., Wake, M. (2011) Overweight and Obesity Between Adolescence and Young Adulthood: A 10-year Prospective Cohort Study. *J. Adolesc. Health* **48**, 275–280.

Pot, G. K. (2018) Sleep and dietary habits in the urban environment: the role of chrononutrition. *Proc. Nutr. Soc.* **77**, 189–198.

Ravussin, E., Beyl, R. A., Poggiogalle, E., Hsia, D. S., Peterson, C. M. (2019) Early Time-Restricted Feeding Reduces Appetite and Increases Fat Oxidation But Does Not Affect Energy Expenditure in Humans. *Obesity (Silver Spring)* **27**, 1244–1254.

Renschmidt, H. (1994) Psychosocial milestones in normal puberty and adolescence. *Horm. Res.* **41**, 19–29.

Rešetar, J., Pfeifer, D., Mišigoj-Duraković, M., Sorić, M., Gajdoš Kljusurić, J., Šatalić, Z. (2020) Eveningness in Energy Intake among Adolescents with Implication on Anthropometric Indicators of Nutritional Status: The CRO-PALS Longitudinal Study. *Nutrients* **12**, 1710. doi: 10.3390/nu12061710.

Rivera, J. Á., de Cossío, T. G., Pedraza, L. S., Aburto, T. C., Sánchez, T. G., Martorell, R. (2014) Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol.* **2**, 321–332.

- Rosen, D. S. (2004) Physiologic growth and development during adolescence. *Pediatr. Rev.* **25**, 194–200.
- Sawyer, S. M., Azzopardi, P. S., Wickremarathne, D., Patton, G. C. (2018) The age of adolescence. *Lancet Child Adolesc. Health* **2**, 223–228.
- Senta, A., Pucarín-Cvetković, J., Doko Jelinić, J. (2004) Kvantitativni modeli namirnica i obroka, Medicinska naklada, Zagreb.
- Serdula, M. K., Ivery, D., Coates, R. J., Freedman, D. S., Williamson, D. F., Byers, T. (1993) Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Prev. Med.* **22**, 167–177.
- Sila, S., Ilić, A., Mišigoj-Duraković, M., Sorić, M., Radman, I., Štalić Z. (2019) Obesity in Adolescents Who Skip Breakfast Is Not Associated with Physical Activity. *Nutrients* **11**, 2511–2521.
- Słowik, J., Grochowska-Niedworok, E., Maciejewska-Paszkec, I., Kardasb, M., Niewiadomskad, E., Szostak-Trybuś, M., Palka-Słowika, M., Irzyniecc, T. (2019) Nutritional Status Assessment in Children and Adolescents with Various Levels of Physical Activity in Aspect of Obesity. *Obes. Facts* **12**, 554–563.
- Sofer, S., Stark, A. H., Madar, Z. (2015) Nutrition targeting by food timing: time-related dietary approaches to combat obesity and metabolic syndrome. *Adv. Nutr.* **6**, 214–223.
- St. Jeor S. T., Howard, B. V., Prewitt, T. E., Bovee, V., Bazzarre, T., Eckel, R. H. (2001) Dietary protein and weight reduction: a statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the council on nutrition, physical activity, and metabolism of the American heart association. *Circulation* **104**, 1869–1874.
- Stockman, N. K., Schenkel, T. C., Brown, J. N, Duncan, A. M. (2005) Comparison of energy and nutrient intakes among meals and snacks of adolescent males. *Prev. Med.* **41**, 203–210.
- Tahara Y, Shibata S. (2014) Chrono-biology, chrono-pharmacology, and chrono-nutrition. *J. Pharmacol. Sci.* **124**, 320–335.
- Thompson, F. E., Larkin, F. A., Brown, M. B. (1986) Weekend-weekday differences in reported dietary intake: The nationwide food consumption survey, 1977–1978. *Nutr. Res.* **6**, 647-662.
- Torbahn, G., Gellhaus, I., Koch, B., von Kries, R., Obermeier, V., Holl, R. W., Fink, K., van Egmond-Fröhlich, A. (2017) Reduction of Portion Size and Eating Rate Is Associated with

BMI-SDS Reduction in Overweight and Obese Children and Adolescents: Results on Eating and Nutrition Behaviour from the Observational KgAS Study. *Obes. facts* **10**, 503–516.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2019) FoodData Central, <<https://fdc.nal.usda.gov/>>. Pristupljeno 20. srpnja 2020.

Urbina, E. M., Khoury, P. R., Bazzano, L., Burns, T. L., Daniels, S., Dwyer, T., Hu, T., Jacobs, D. R., Jr, Juonala, M., Prineas, R., Raitakari, O., Steinberger, J., Venn, A., Woo, J. G., Sinaiko, A. (2019) Relation of Blood Pressure in Childhood to Self-Reported Hypertension in Adulthood. *Hypertension* **73**, 1224–1230.

Vatanparast, H., Baxter-Jones, A., Faulkner, R. A., Bailey, D. A., Whiting, S. J. (2005) Positive effects of vegetable and fruit consumption and calcium intake on bone mineral accrual in boys during growth from childhood to adolescence: the University of Saskatchewan Pediatric Bone Mineral Accrual Study. *Am. J. Clin. Nutr.* **82**, 700–706.

Vučetić, M. (2013) Velika knjiga kuharstva, 2. izd., EPH Media, Zagreb.

WHO (2014) Adolescence: psychological and social changes. WHO – World Health Organization, <<https://apps.who.int/adolescent/second-decade/section2/page5/adolescence-psychological-and-social-changes.html>>. Pristupljeno 27. kolovoza 2020.

WHO (2020) Obesity. WHO – World Health Organization, <[https://www.who.int/topics/obesity/en/#:~:text=Overweight%20and%20obesity%20are%20defined,her%20height%20\(in%20metres\).>](https://www.who.int/topics/obesity/en/#:~:text=Overweight%20and%20obesity%20are%20defined,her%20height%20(in%20metres).>)> Pristupljeno 27. kolovoza 2020.


Wong, S. L., Leatherdale, S. T., Manske, S. R. (2006) Reliability and validity of a school-based physical activity questionnaire. *Med. Sci. Sports Exerc.* **38**, 1593–1600.

Yang, Q., Zhang, Z., Kuklina, E. V., Fang, J., Ayala, C., Hong, Y., Loustalot, F., Dai, S., Gunn, J. P., Tian, N., Cogswell, M. E., Merritt, R. (2012) Sodium intake and blood pressure among US children and adolescents. *Pediatrics* **130**, 611–619.

Zheng, D., Ratiner, K., Elinav, E. (2020) Circadian Influences of Diet on the Microbiome and Immunity. *Trends Immunol.* **41**, 512–530.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

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



---

Josip Rešetar