**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:

magistar kineziologije)

**Petra Jurić**

**POVEZANOST RAZINE TJELESNE AKTIVNOSTI, SPAVANJA I STATUSA UHRANJENOSTI KOD 15-GODIŠNJAKA**

diplomski rad

**Mentor:**

**doc. dr. sc. Maroje Sorić, dr. med.**

Zagreb, srpanj, 2019.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Student:

POVEZANOST SPAVANJA, TJELESNE AKTIVNOSTI I STATUSA UHRANJENOSTI

KOD ADOLESCENATA

**Sažetak**

**Svrha:** Glavni cilj ove opservacijske studije bio je utvrditi povezanost spavanja, tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti kod adolescenata na temelju objektivnog mjerenja. **Metode:** Istraživanje je dio CRO-PALS studije te uključuje 123 petnaestgodišnjaka. Za objektivno mjerenje razine tjelesne aktivnosti i sna koristio se SenseWear Pro3 Armband™ (SWA) monitor tjelesne aktivnosti (BodyMedia Inc, PA, SAD) tijekom 5 uzastopnih dana. Tjelesna aktivnost (TA) podijeljena je prema intenzitetu u 2 kategorije; TA intenziteta 4 - 7 MET-a kategorizirana je kao umjereno intenzivna TA, dok je TA intenziteta većeg od 7 MET-a kategorizirana kao visoko intenzivna TA. Razina TA prikazana je kao omjer ukupnog utroška energije i bazalnog metabolizma. San je uključivao: ukupno vrijeme spavanja kao pokazatelj kvantitete spavanja te efikasnost spavanja, latenciju usnivanja i budnost nakon usnivanja kao pokazatelje kvalitete spavanja. Mann-Whitney U testom analizirane su razlike u komponentama tjelesne aktivnosti i spavanja između skupina podijeljenih prema spolu i statusu uhranjenosti. Pearsonovim koeficijentom korelacije analizirana je povezanost komponenata spavanja s komponentama tjelesne aktivnosti kod skupina podijeljenih prema spolu i statusu uhranjenosti. Također je analizirana i povezanost potkožnog masnog tkiva i indeksa tjelesne mase s TA i spavanjem kod skupina podijeljenih prema spolu. **Rezultati:** Postoji statistički značajna razlika između pothranjenih i normalno uhranjenih adolescenata (skupina 1) i prekomjerno teških i pretilih adolescenata (skupina 2) u vremenu provođenja umjereno intenzivne, visoko intenzivne TA te u razini TA. Analize napravljene po spolu ukazuju kako se djevojke prema statusu uhranjenosti razlikuju u umjereno (p=0,014) i visoko intenzivnoj TA (p=0,023), a mladići u visoko intenzivnoj TA (p=0,002) i razini TA (p=0,03). Nije uočena razlika u parametrima kvantitete i kvalitete spavanja s obzirom na uhranjenost kod oba spola. Statistički značajna negativna povezanost uočena je između razine TA i perioda spavanja kod pothranjenih i normalno uhranjenih djevojaka (p=0,012), a između visoko intenzivne TA i efikasnosti spavanja kod prekomjerno teških i pretilih mladića (p= 0,01). Također negativna povezanost uočena je između S4KN i umjerene TA kod djevojaka (p= 0,03) i S4KN i visoko intenzivne TA (p= 0,02) i razine TA kod mladića (p= 0,01).

**Ključne riječi:** vježbanje, spavanje, pretilost, školski uzrast, djeca

ASSOCIATIONS BETWEEN SLEEP, PHYSICAL ACTIVITY AND WEIGHT STATUS

IN ADOLESCENTS

**Abstract**

**Purpose:** The aim of this observational study was to establish the associations between sleep, physical activity and weight status in adolescents based on objective measurement. **Methods:** This investigation is a part of the CRO-PALS study. For the purpose of this investigation, 123 adolescents (mean age=15.6 years, SD=0.4) with objective data on both sleep and physical activity (PA) were included in the analyses. To objectively measure sleep and PA we asked the participants to wear the SenseWear Pro3 Armband™ (SWA) activity and sleep monitor (BodyMedia Inc) for 5 consecutive days. PA was divided according to intensity in 2 categories; 4 to 7 METs was categorized as moderate physical activity, while physical activity of intensity greater than 7 METs was categorized as vigorous physical activity. PA level was shown as the ratio of total energy expenditure and basal metabolism. Sleep variables included: total sleep time as an indicator of sleep quantity and sleep efficiency, sleep onset latency and wake after sleep onset as indicators of sleep quality. The Mann-Whitney U test was used to find differences in PA and sleep between the groups divided by sex and weight status. The Pearson correlation coefficient was used to analyse the correlation between PA and sleep variables in groups divided by sex and weight status. The correlation of subcutaneous fatty tissue and body mass index with PA and sleep was also analysed in sex-divided groups. **Results:** There is a statistically significant difference between underweight and normal weight adolescents (group 1) and overweight and obese adolescents (group 2) in the duration of performing both moderate PA and vigorous PA as well as in PA level. The sex-based analyses indicate the difference between girls divided by weight status in the duration of moderate (p=0,014) and vigorous PA (p=0,023), while in boys the difference was found for vigorous PA (p=0,002) and PA level (p=0,03). There was no difference in the parameters of the quantity and quality of sleep in groups divided by sex and weight status. A statistically significant negative correlation was found between PA level and sleep period in underweight and normal weight girls (p=0,012), as well as between vigorous PA and sleep efficiency in overweight and obese boys (p=0,01). Also, a negative correlation was found between S4SF and moderate PA in girls (p=0,03), as well as between S4SF and vigorous PA (p=0,02) and PA level in boys (0,01).

**Keywords:** exercise, sleep, obesity, school age, children

**Popis kratica**

ITM – indeks tjelesne mase

S4KN – suma 4 kožna nabora (engl. S4SF)

TA – tjelesna aktivnost (engl. PA)

UTA – tjelesna aktivnost umjerenog intenziteta

VTA – tjelesna aktivnost visokog intenziteta

RTA – razina tjelesne aktivnosti

UVS – ukupno vrijeme spavanja

PS – period spavanja

ES – efikasnost spavanja

LU – latencija usnivanja

BNU – budnost nakon usnivanja

MET – metabolički ekvivalent

AS – aritmetička sredina

SD – standardna devijacija

IQR – interkvartilni raspon

CI – interval pouzdanosti

n – broj ispitanika

M – mladići

D – djevojke

SADRŽAJ

[1.UVOD 1](#_Toc12354673)

[2.CILJ I HIPOTEZE 3](#_Toc12354674)

[3.METODE ISTRAŽIVANJA 4](#_Toc12354675)

[Ispitanici 4](#_Toc12354676)

[Mjerenje tjelesne aktivnosti 5](#_Toc12354677)

[Mjerenje spavanja 6](#_Toc12354678)

[Kovarijable 7](#_Toc12354679)

[Analiza podataka 7](#_Toc12354680)

[4.REZULTATI 8](#_Toc12354681)

[5.RASPRAVA 21](#_Toc12354682)

[6.ZAKLJUČAK 25](#_Toc12354683)

[7.LITERATURA 26](#_Toc12354684)

# UVOD

Prekomjerna tjelesna težina i pretilost tijekom djetinjstva i adolescencije predstavlja sve veći globalni problem, a povezana je s većim rizikom i ranijim početkom kroničnih poremećaja kao što je dijabetes tip II. Drugo, pretilost tijekom djetinjstva i adolescencije ima negativne psihosocijalne posljedice i smanjuje mogućnost dostizanja željenih postignuća tijekom procesa obrazovanja (WHO, 2016). Kada govorimo o epidemiologiji pretilosti, zamijećen je trend porasta učestalosti kod djece. Globalno, učestalost pretilosti povećala se kod djevojčica sa 0,7% (0,4-1,2) u 1975. na 5,6% (4,8-6,5) u 2016. godini, a kod dječaka sa 0,9% (0,5–1,3) u 1975. na 7,8% (6,7-9,1) u 2016. godini. Također, učestalost umjerene i teške pothranjenosti kod djevojčica smanjena sa 9,2% (6,0–12,9) u 1975. na 8,4% (6,8-10,1) u 2016. godini, a kod dječaka sa 14,8% (10,4–19,5) u 1975. na 12, 4% (10,3–14,5) u 2016. godini (Abarca-Gómez i sur., 2017). Djeca s pretilošću imaju visoki rizik za razvoj bolesti koje su se ranije odnosile isključivo na odraslu populaciju. Dječja pretilost povezana je sa šećernom bolesti tipa II, hipertenzijom, dislipidemijom, opstruktivnom apnejom u snu i masnom jetrom koja nije posljedica konzumacije alkohola (Kumar i Kelly, 2017). U posljednjih četerdesetak godina, od 1975. do 2016. pedijatrijska stopa prekomjerne težine i pretilosti dosegla je razmjere epidemije, a od 2000. godine zamijećen je plato visoke razine u zemljama s visokim dohotkom, dok je u drugim zemljama, onima Jugoistočne Azije zamijećena akceleracija i to kod dječaka. Ako se trend porasta nastavi pretpostavka je da će 2022. dječja pretilost prevladati dječju pothranjenost koja je danas još uvijek prevalentna (Abarca-Gómez i sur., 2017).

Nadalje, san predstavlja osnovu dobrog psihičkog i fizičkog zdravlja i ljudska je potreba koju je nemoguće razumjeti bez holističkog pristupa. Podrazumijeva stanje odmora kojeg karakterizira smanjenje voljnih pokreta i svijesti o okruženju (ZubiaVeqar, 2012). Preporučena količina sna za adolescente od 14 do 17 godina je od 8 do 10 sati sna svaki dan (Chaput, Dutil i Sampasa-Kanyinga, 2018), a nedovoljna količina sna uzrok je brojnim psihičkim i fizičkim zdravstvenim problemima (Maslowsky i Ozer, 2014). Adolescenti premalo spavaju zbog niza čimbenika kao što su školske obveze, druženje s vršnjacima i korištenje elektroničkih uređaja. Tijekom provođenja nastave u jutarnjim satima spavaju nedovoljno, budući da ne mijenjaju vrijeme odlaska na počinak prethodni dan što za posljedicu uzrokuje pospanost tijekom dana (Carskadon, Wolfson, Acebo, Tzischinsky i Seifer, 1998). Nadalje, povezanost kraćeg ukupnog trajanja sna i psihičkog stresa je linearna, a oko 25% adolescenata i mladih pod psihičkim je stresom što za posljedicu uzrokuje loše raspoloženje i tjeskobu (Glozier i sur., 2010). Nedostatak sna negativno djeluje na ispunjavanje školskih i akademskih obveza (Seipp, 1991) te na kognitivnu izvedbu, raspoloženje, metabolizam glukoze, regulaciju apetita i funkciju imuniteta (Dolezal i sur., 2017). Petit i suradnici (2015) navode kako se snom obnavaljaju zalihe glikogena u živčanim stanicama, a da se tijekom stanja budnosti ponavljano taj isti glikogen razgrađuje. Nedovoljna količina sna uzrokuje umor središnjeg živčanog sustava, promjene u frekvenciji srca i varijabilnosti otkucaja srca te se mijenja izlučivanje hormona rasta i sastav tijela (Kredlow i sur., 2015). Nadalje, nedostatak sna dovodi do povećanja tjelesne mase zbog povećanog osjećaja gladi i apetita, a isto tako uzrokuje povećano izlučivanje kataboličkih hormona, poput kortizola te mijenja izlučivanje anaboličkih hormona, poput testosterona (Dattilo i sur., 2011). Povećana dugotrajna razina kortizola, snažno je povezana s abdominalnom pretilošću, a stres može igrati važnu ulogu u razvoju i održavanju pretilosti kod osoba koje imaju povećanu izloženost glukokortikoidima ili povećanu osjetljivost na iste. Ovi uvidi u funkciji su učinkovitijih i individualiziranih strategija liječenja pretilosti (van der Valk, Savas i van Rossum, 2018).

Sljedeća komponenta koja utječe na cjelokupni organizam je tjelesna aktivnost. Brojne su studije dokazale pozitivnu povezanost tjelesne aktivnosti sa psihičkim (Bidzan-Bluma i Lipowska, 2018) i tjelesnim zdravljem (Cooper i sur., 2016). Štoviše, tjelesna neaktivnost danas se smatra četvrtim rizičnim čimbenikom smrtnosti u svijetu (WHO, 2015). Povezana je s povećanom učestalošću srčano-žilnih bolesti i kroničnih metaboličkih poremećaja (Mišigoj-Duraković i sur., 2018), a uz to sedentarni način života povezan je s rizikom od razvoja karcinoma debelog crijeva te karcinoma dojke kod žena (Anzuini, Battistella i Izzotti, 2011).

Povezanost sna, tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti nije jednoznačna zbog niza čimbenika u pozadini koji ju čine kompleksnom radi međusobne interakcije sve tri komponenete. Umjerena i redovita tjelesna aktivnost ima pozitivan utjecaj na san i sastav tijela, dok visoko intenzivna, iscrpljujuća i dugotrajna tjelesna aktivnost može remetiti kvalitetu sna i uzrokovati budnost tijekom noći (Driver i Taylor, 2000), kao što može uzrokovati i pretreniranost organizma ako se opetovano ponavlja. Uz to, pretreniranost organizma povezana je s povećanom razinom korizola (Budgett, 1998). Kako navedena kauzalnost uzrokuje povećanu količinu kortizola, posljedično dolazi do promjene u sastavu tijala i to u korist masne komponente tijela, što je prethodno već navedeno. Thomas i suradnici (2013) u svojoj studiji na odraslima navode još jedan hormon koji sudjeluje u regulaciji te navode propisivanje tjelesne aktivnosti kao poticaj za stvaranje odgovora hormona rasta i to kod osoba koje su prekomjerno teške i pretile, kao i da tjelesna aktivnost može osigurati nefarmakološku metodu za smanjenje masnog tkiva i povećanje mišićne mase. Izlučivanje hormona rasta uzrokovano tjelovježbom započinje 10-20 minuta nakon početka vježbanja, s najvećom koncentracijom odmah nakon vježbanja (Nindl, Kraemer, Marx, Tuckow i Hymer, 2003). Brojne su studije proučavale odgovor oslobađanja hormona rasta pri različitim intenzitetima tjelesne aktivnosti, a dokazan je linearan odnos između intenziteta tjelesne aktivnosti i izlučivanja hormona rasta kod oba spola s većim oslobađanjem kod mladih žena u odnosu na mlade muškarce (Pritzlaff-Roy i sur., 2002). Dovoljna količina hormona rasta ključna je za regulaciju tjelesne mase, kao i za regulaciju koncentracije adipoznog tkiva kod odraslih pojedinaca. Hormon rasta ne samo da se izlučuje i pod utjecajem tjelesne aktivnosti, nego i pod utjecajem spavanja i povezan je sa cirkadijskim ritmom čovjeka. Vrhunac izlučivanja hormona rasta u plazmi javlja na početku dubokog sna i traje od 1,5 do 3,5 sati. Maksimalno izlučivanje hormona rasta odgađa se s odgađanjem početka spavanja. (Takahashi, Kipnis i Daughaday, 1968). Navedeno ukazuje kako postoji međusobna povezanost između spavanja, tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti, a niz je fizioloških čimbenika u podlozi, od kojih su samo neki navedeni.

1. **CILJ I HIPOTEZE**

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi povezanost spavanja, razine tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti kod adolescenata na temelju prikupljenih podataka longitudinalne opservacijske CRO-PALS studije.

Hipoteza 1: pretila djeca imaju lošiju kvalitetu i kvantitetu sna od normalno uhranjenih vršnjaka.

Hipoteza 2: pretila djeca manje su aktivna od normalno uhranjenih vršnjaka.

# METODE ISTRAŽIVANJA

## Ispitanici

Ovo istraživanje je dio CRO-PALS studije (engl. Croatian Physical Activity in Adolescence Longitudinal Study). To je longitudinalna opservacijska studija koja prati životne navike 15-godišnjaka na području Zagreba (Hrvatska), tijekom njihovog srednjoškolskog obrazovanja. Uz pomoć dvo-razinskog stratificiranog slučajnog odabira, odabran je uzorak adolescenata reprezentativan za urbanu populaciju. Izbor ispitanika započeo je odabirom 86 škola u Zagrebu koje su stratificirane prema vrsti: gimnazije / strukovne škole / privatne škole. Tijekom prve faze slučajnog odabira, na temelju proporcije različitih vrsta školovanja te prosječnom broju od 1500 učenika po školi, odabrano je 13 javnih škola (8 strukovnih i 5 gimnazija) i 1 privatna škola (gimnazija). Nadalje, tijekom druge faze randomizacije slučajno je odabrana polovica prvih razreda iz uključenih škola. Naposljetku, pristupilo se broju od 1408 učenika, a njih 903 je pristalo sudjelovati u ovoj opservacijskoj studiji (stopa odgovora = 64%).

Trenutno istraživanje temelji se na poduzorku CRO-PALS adolescenata kojima je objektivno izmjerena razina tjelesne aktivnosti, kvantiteta i efikasnost sna te status uhranjenosti. Zbog ograničenog broja mjerača od 14 škola uključenih u CRO-PALS studiju, za objektivno mjerenje tjelesne aktivnosti i sna slučajnim je odabirom izabrano 5 škola (3 strukovne i 2 gimnazije). Posljedično, 276 učenika na kraju je sudjelovalo u objektivnom mjerenju tjelesne aktivnosti i spavanja. Kako bi se provjerilo je li se reprezentativnost uzorka sačuvala i na poduzorku kojemu se mjerila tjelesna aktivnost i spavanje, napravljena je usporedba poduzorka s ostalim ispitanicima uključenima u CRO-PALS. Utvrđena je slična proporcija učenika i učenica (p= 0,43) te polaznika strukovnih škola i gimnazija (p= 0,23), kao i usporedive vrijednosti biološke dobi, indeksa tjelesne mase, kardiorespiracijskog fitnesa i socioekonomskog statusa (p= 0,37–0,52).

Naposljetku, za potrebe ovog istraživanja i pisanje diplomskog rada, analizirani su podaci od 133 adolescenata s potpunim podacima o snu i tjelesnoj aktivnosti. Od prvobitnog ukupnog broja ispitanika, njih 10 je isključeno iz daljnjeg istraživanja zbog neispravnih senzora, tako da se konačne analize temelje na 123 ispitanika (46 učenika, 77 učenica; srednja vrijednost dobi ± SD = 15,6 ± 0,4 god).

## Mjerenje tjelesne aktivnosti

Za objektivno određivanje razine tjelesne aktivnosti koristio se SenseWear Pro3 Armband™ (SWA) monitor tjelesne aktivnosti (BodyMedia Inc, PA, SAD). SWA se oslanja na prepoznavanje obrazaca za procjenu potrošnje energije kao i za procjenu intenziteta i trajanja tjelesne aktivnosti. Uređaj koristi neinvazivne senzore za mjerenje različitih fizioloških parametara kao što su protok topline, galvanski odgovor kože, temperatura kože i temperatura tijela. Uz visinu, masu, dob, spol i dominantnu ruku, podaci dobiveni senzorima umetnuti su u algoritme za procjenu potrošnje energije i trajanje tjelesne aktivnosti. SWA se pokazao kao valjan uređaj za procjenu potrošnje energije kao i određivanje razine tjelesne aktivnosti kod djece i adolescenata (Calabro, Stewart i Welk, 2013).

SWA uređaj se postavlja na stražnju stranu desne nadlaktice, iznad m. triceps brachii. Prije uporabe, spol, dob, visina, masa i dominantna ruka programirani su u SWA. Ispitanici su nosili uređaj najmanje 5 uzastopnih dana (3 radna dana i 2 dana vikenda) tijekom 24 sata. Uređaj nisu nosili jedino tijekom provođenja aktivnosti koje se događaju u vodi i tijekom tuširanja. Za analizu SWA podataka korišteni su najnoviji algoritmi koji su specifični za djecu (SenseWear Professional software v. 8.1; BodyMedia Inc., Pittsburgh, PA, SAD). Budući da ispitanici tijekom aktivnosti koje su uključivale vodu nisu nosili uređaj, bilo je potrebno ispuniti dnevnik tjelesne aktivnosti kako bi se aktivnost poput plivanja zabilježila. Podaci iz dnevnika kasnije su pridodani ostalim podacima prema kompendijumu – sažetom pregledu tjelesne aktivnosti za djecu i adolescente (Ridley, Ainsworth i Olds, 2008).

Tjelesna aktivnost podijeljena je prema intenzitetu u 2 kategorije; aktivnost intenziteta od 4 do 7 MET-a kategorizirana je kao umjereno intenzivna tjelesna aktivnost, dok je tjelesna aktivnost intenziteta većeg od 7 MET-a kategorizirana kao visoko intenzivna tjelesna aktivnost. Također u obzir je uzeta i ukupna razina tjelesne aktivnosti (RTA) koja predstavlja omjer ukupnog utroška energije i bazalnog metabolizma.

## Mjerenje spavanja

Za objektivno određivanje kvantitete i efikasnosti spavanja također se koristio SenseWear Pro3 Armband™ (SWA). Podaci iz senzora, zajedno sa spolom, dobi, visinom tijela, tjelesnom masom i tendencijom korištenja jedne ruke više od druge, umetnuti su u algoritme za procjenu potrošnje energije i trajanje tjelesne aktivnosti, ali i za razlikovanje sna od budnosti. SWA uređaj validiran je za mjerenje dnevne potrošnje energije (Arvidsson, Slinde i Hulthén, 2009; Calabro, Stewart i Welk, 2013) i spavanja (Soric i sur., 2013) među djecom i adolescentima. Podaci koji su bili zabilježeni senzorom, pohranili su se u memoriju te naknadno preuzeli na računalo. Za analizu podataka SWA, korišteni su algoritmi specifični za djecu (SenseWear Professional softver v. 8.1; BodyMedia Inc., Pittsburgh, PA).

Parametri koji su se mjerili tijekom spavanja su:

* vrijeme odlaska na počinak – mjereno od prve minute kontinuiranog ležanja prije usnivanja
* vrijeme kada je osoba zaspala - trenutak kada je uređaj zabilježio prvu minutu kontinuiranog sna nakon odlaska na počinak
* vrijeme kada se osoba probudila - trenutak kada je uređaj zabilježio zadnju minutu spavanja
* vrijeme kada se osoba ustala – mjereno od prve minute kontinuiranog prekida ležanja
* ukupno vrijeme spavanja (UVS) izraženo u minutama – trajanje sna koje je SWA zabilježio u periodu od prve minute kontinuiranog sna do prve minute kontinuiranog prekida sna

Na temelju gore navedenih parametara izračunate su vrijednosti:

* perioda spavanja (PS) izraženog u minutama (formula: vrijeme kada je osoba otišla na počinak – vrijeme kada se ustala iz kreveta)
* efikasnosti spavanja (ES), izražene u %, kao omjer UVS i PS
* latencije usnivanja (LU) izražene u minutama - vrijeme koje je potrebno da osoba zaspi izraženo u minutama (formula: vrijeme kada je osoba zaspala – vrijeme kada je otišla na počinak)
* budnosti nakon usnivanja (BNU) izražene u minutama – vrijeme koje je osoba provela budna tijekom noći od trenutka kada je zaspala do trenutka kada se zadnji put probudila prije ustajanja (formula: period spavanja – ukupno vrijeme spavanja – latencija usnivanja)

## Kovarijable

Varijable koje su mjerene i uključene u analize kao kovarijable bile su: visina tijela, tjelesna masa, indeks tjelesne mase (ITM) i potkožna tjelesna mast – suma 4 kožna nabora (S4KN). Tjelesna masa ispitanika mjerena je pomoću kalibrirane digitalne vage. Ispitanici su nosili samo kratke hlače i majicu. Visina tijela mjerena je antropometrom na način da je ispitanik stajao u uspravnom položaju, težina tijela je bila ravnomjerno raspoređena na obje noge, a glava se nalazila u položaju frankfurtske horizontale. Izračunat je indeks tjelesne mase (ITM) kao tjelesna masa u kilogramima podijeljena s visinom tijela u metrima na kvadrat (kg / m2). Za mjerenje kožnih nabora koristio se Harpenden kaliper (British Indicators,West Sussex, UK) (Lohman, Roche i Martorell, 1988). Nabori su mjereni na desnoj strani tijela na četiri mjesta: (1) triceps - između olekranona i akromiona, (2) subskapularni –ispod donjeg ugla lopatice, približno 45° prema lateralnoj strani tijela, (3) suprailijačni –iznad grebena ilijačne kosti na razini prednje aksilarne linije, (4) potkoljenica – na mjestu maksimalnog opsega na medijalnoj strani. Svi nabori mjereni su 3 puta, a za analizu je uzet medijan. Zbroj 4 kožna nabora odabran je kao pokazatelj količine tjelesne masti.

## Analiza podataka

Podaci su prikazani kao srednja vrijednost (standardna devijacija) ili medijan (interkvartilni raspon) ovisno o distribuciji podataka. Normalnost distribucije testirana je uz pomoć histograma i vjerojatnosnih grafikona. Deskriptivni parametri prikazuju dob, morfološke parametre, razinu tjelesne aktivnosti te komponente kvantitete i efikasnosti spavanja. Mann–Whitney U test za nezavisne uzorke uz razinu standardne pogreške (p<0,05) korišten je za testiranje razlika u tjelesnoj aktivnosti i spavanju između osoba koja su pothranjene i normalne tjelesna težine (skupina 1) i osoba koje su prekomjerne tjelesne težine i pretile (skupina 2). Ispitanici su svrstani u skupine prema ITM koja je određena od IOTF-a (Međunarodne radne skupine za pretilost). Tjelesna aktivnost umjerenog intenziteta (UTA), tjelesna aktivnost visokog intenziteta (VTA) i razina tjelesne aktivnosti (RTA) korištene se za prikaz tjelesne aktivnosti, a ukupno vrijeme spavanja (UVS), period spavanja (PS), efikasnost spavanja (ES), latencija usnivanja (LU) i budnost nakon usnivanja (BNU) korištene su za prikaz kvantitete i kvalitete spavanja. Pearsonovim koeficijentom korelacije analizirana je povezanost između tjelesne aktivnosti i kvantitete i efikasnosti spavanja kod pothranjenih i normalno uhranjenih adolescenata (skupina 1) i prekomjerno teških i pretilih adolescenata (skupina 2). Također, Pearsonovim koeficijentom korelacije analizirana je i povezanost tjelesne aktivnosti i spavanja s indeksom tjelesne mase i sumom 4 kožna nabora u oba spola.

# REZULTATI

Osnovna obilježja ispitanika prikazana su u tablici 1, a tjelesna aktivnost i komponente spavanja u tablicama 2 i 3.

***Tablica 1.*** *Osnovna obilježja ispitanika prema spolu*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **DJEVOJKE (n=77)** | **MLADIĆI (n=46)** |
|  | **MEDIJAN (IQR)**  **RASPON** | **MEDIJAN (IQR)**  **RASPON** |
| **DOB\*** | **15,6 (0,3)**  **14,7-16,6** | **15,6 (0,4)**  **14,8-16,6** |
| **ITM** | **20,9 (19,1-23,1)**  **15,9-30,7** | **20,1 (19,0-21,3)**  **17,3-30,3** |
| **S4KN** | **49,0 (38,4-60,0)**  **24,7-89,3** | **28,3 (24,8-39,3)**  **18,0-66,3** |

\* prikazana je aritmetička sredina (standardna devijacija)

ITM – indeks tjelesne mase izračunat kao omjer tjelesne mase u kilogramima i tjelesne visine u metrima kvadratnim (kg/m2)

S4KN – suma 4 kožna nabora (iznad mišića triceps brachii - između olekranona i akromiona, subskapularni –ispod donjeg ugla lopatice, približno 45° prema lateralnoj strani tijela, suprailijačni –iznad grebena ilijačne kosti na razini prednje aksilarne linije, potkoljenica – na mjestu maksimalnog opsega na medijalnoj strani)

***Tablica 2.*** *Prosječne vrijednosti količine tjelesne aktivnosti prema spolu*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | DJEVOJKE (n=77) | MLADIĆI (n=46) |
|  | **MEDIJAN (IQR) RASPON** | MEDIJAN (IQR) RASPON |
| UTA  (min/dan) | | **56,0 (30,3-76,2)**  **4,2-130,3** | 87,7 (52,4-125,2)  22,7-208,6 |
| VTA  (min/dan) | | **1,8 (0,4-5,4)**  **0-142,6** | 23,3 (8,0-42,4)  0-117,3 |

UTA – tjelesna aktivnost umjerenog intenziteta izmjerena u minutama/danu

VTA – tjelesna aktivnost visokog intenziteta izmjerena u minutama/danu

***Tablica 3.*** *Prosječne vrijednosti kvantitete i efikasnosti sna prema spolu*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | DJEVOJKE (n=77) | MLADIĆI (n=46) |
|  | **MEDIJAN (IQR)**  **RASPON** | MEDIJAN (IQR)  RASPON |
| UVS  (min/dan) | **384,0 (346,3-425,8)**  **282,7-525,3** | 371,6 (338,0-399,8)  226,8-444,8 |
| PS  (min/dan) | **491,8 (438,8-521,8)**  **218,0-650,0** | 490,0 (452,0-525,7)  381,2-762,3 |
| ES  (%)  LU  (min/dan)  BNU  (min/dan) | **81,8 (76,6-85,3)**  **54,2-94,5**  **10,7 (6,3-16,5)**  **0,3-43,7**  **76,7 (55,7-105,0)**  **18,8-277,0** | 78,2 (70,6-81,5)  48,3-91,5  17,8 (10,5-25,7)  2,0-56,4  97,7 (76,0-123,2)  30,0-369,3 |

UVS – ukupno vrijeme spavanja izraženo u minutama/danu

PS – period spavanja izražen u minutama/danu

ES – efikasnost spavanja izražena u postocima (%)/danu

LU – latencija usnivanja izražena u minutama/danu

BNU – budnost nakon usnivanja izražena u minutama/danu

U tablici 4 i 5 prikazani su rezultati korelacijske analize sume 4 kožna nabora i indeksa tjelesne mase s TA i spavanjem u oba spola. U tablici 4 Pearsonovim koeficijentom korelacije uočena je statistički značajna negativna povezanost izmeđuS4KN i VTA; S4KN i RTA; ITM i VTA kod mladića. U tablici 5 Pearsonovim koeficijentom korelacije uočena je statistički značajna negativna povezanost izmeđuS4KN i UTA; ITM i UTA kod djevojaka.

***Tablica 4.*** *Korelacije sume 4 kožna nabora (S4KN) i indeksa tjelesne mase (ITM) s TA i spavanjem kod mladića.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | S4KN |  | ITM |  |
|  | **r** | **p** | **r** | **p** |
| PROSJEČNA UTA (min/dan) | **-0,19** | **0,12** | **-0,12** | **0,44** |
| PROSJEČNA VTA (min/dan) | **-0,34** | **0,02** | **-0,37** | **0,01** |
| PROSJEČNA RTA (min/dan) | **-0,40** | **0,01** | **-0,27** | **0,07** |
| PROSJEČNO UVS (min/dan) | **0,06** | **0,71** | **0,21** | **0,16** |
| PROSJEČAN PS (min/dan) | **0,10** | **0,52** | **0,01** | **0,93** |
| PROSJEČNA ES (%) | **-0,03** | **0,82** | **0,20** | **0,18** |
| PROSJEČNA LU (min/dan) | **0,01** | **0,94** | **0,05** | **0,76** |
| PROSJEČNA BNU (min/dan) | **0,06** | **0,70** | **-0,17** | **0,26** |

UTA – tjelesna aktivnost umjerenog intenziteta izmjerena u minutama/danu

VTA – tjelesna aktivnost visokog intenziteta izmjerena u minutama/danu

UVS – ukupno vrijeme spavanja izraženo u minutama/danu

PS – period spavanja izražen u minutama/danu

ES – efikasnost spavanja izražena u postocima (%)/danu

LU – latencija usnivanja izražena u minutama/danu

BNU – budnost nakon usnivanja izražena u minutama/danu

***Tablica 5. .*** *Korelacije sume 4 kožna nabora (S4KN) i indeksa tjelesne mase (ITM) s TA i spavanjem kod djevojaka.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | S4KN |  | ITM |  |
|  | **r** | **p** | **r** | **p** |
| PROSJEČNA UTA (min/dan) | **-0,25** | **0,03** | **-0,35** | **<0,001** |
| PROSJEČNA VTA (min/dan) | **-0,13** | **0,26** | **-0,04** | **0,73** |
| PROSJEČNA RTA (min/dan) | **0,03** | **0,81** | **0** | **0,97** |
| PROSJEČNO UVS (min/dan) | **-0,05** | **0,64** | **-0,03** | **0,78** |
| PROSJEČAN PS (min/dan) | **-0,01** | **0,90** | **-0,02** | **0,85** |
| PROSJEČNA ES (%) | **-0,08** | **0,48** | **-0,01** | **0,90** |
| PROSJEČNA LU (min/dan) | **0,11** | **0,33** | **-0,00** | **0,99** |
| PROSJEČNA BNU (min/dan) | **0,01** | **0,92** | **-0,04** | **0,76** |

UTA – tjelesna aktivnost umjerenog intenziteta izmjerena u minutama/danu

VTA – tjelesna aktivnost visokog intenziteta izmjerena u minutama/danu

UVS – ukupno vrijeme spavanja izraženo u minutama/danu

PS – period spavanja izražen u minutama/danu

ES – efikasnost spavanja izražena u postocima (%)/danu

LU – latencija usnivanja izražena u minutama/danu

BNU – budnost nakon usnivanja izražena u minutama/danu

Statistički značajna negativna povezanost S4KN – sume 4 kožna nabora i VTA - tjelesne aktivnosti visokog intenziteta kod mladića (r= -0,34; p= 0,02) (slika 1).



***Slika 1.*** *Negativna korelacija sume 4 kožna nabora (S4KN) i tjelesne aktivnosti visokog intenziteta (VTA) kod mladića.*

Statistički značajna negativna povezanost S4KN – sume 4 kožna nabora i RTA - razine tjelesne aktivnosti kod mladića (r= -0,4; p= 0,01) (slika 2).



***Slika 2.*** *Negativna korelacija sume 4 kožna nabora (S4KN) i razine tjelesne aktivnosti (RTA) kod mladića.*

Statistički značajna negativna povezanost S4KN - sume 4 kožna nabora i UTA - tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta kod djevojaka (r= 0,25; p= 0,03) (slika 3).



***Slika 3.*** *Negativna korelacija sume 4 kožna nabora (S4KN) i tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta (UTA) kod djevojaka.*

Statistički značajna negativna korelacija uočena je između VTA – visoko intenzivne tjelesne aktivnosti i ES – efikasnosti spavanja kod mladića koji pripadaju skupini prekomjerno teških i pretilih (r= -0,95; p= 0,01). Navedeno ukazuje kako viša razina visoko intenzivne tjelesne aktivnosti kod prekomjerno teških i pretilih mladića uzrokuje manju kvalitetu sna (slika 4).



***Slika 4.*** *Negativna korelacija visoko intenzivne tjelesne aktivnosti (VTA) i efikasnosti spavanja (ES) kod mladića koji su u skupini prekomjerno teških i pretilih.*

Statistički značajna negativna korelacija uočena je između RTA – razine tjelesne aktivnosti i PS – perioda spavanja kod djevojaka koje pripadaju skupini pothranjenim i normalno uhranjenih. Iako veličina koeficijenta korelacije može smatrati malom, korelacija je ipak značajna (r= -0,3; p=0,012). Navedeno ukazuje kako je dulje vrijeme boravka u krevetu povezano s manjim dnevnim utroškom energije budući da je razina tjelesne aktivnosti niža (slika 5).



***Slika 5.*** *Negativna**korelacija razine tjelesne aktivnosti (RTA) i perioda spavanja (PS) kod djevojaka koje su u skupini pothranjenih i normalno uhranjenih.*

Statistički značajna razlika u vremenu provođenja visoko intenzivne tjelesne aktivnosti (VTA) izražene u minutama uočena je za mladiće prema statusu uhranjenosti (slika 6). Skupina pothranjenih i normalno teških prosječno ima više minuta visoko intenzivne tjelesne aktivnosti dnevno (medijan= 24,2) od skupine prekomjerno teških i pretilih (medijan= 1,3) (U= 14,50; p= 0,002). Nije uočena statistički značajna razlika između skupina za varijablu UTA (U= 68,00; p= 0,23).



***Slika 6.*** *Razlika u medijanima u vremenu provođenja tjelesne aktivnosti visokog intenziteta (VTA) za mladiće prema statusu uhranjenosti (IOTF). O-skupina pothranjenih i normalno teških mladića; I – skupina prekomjerno teških i pretilih mladića*

Statistički značajna razlika u razini tjelesne aktivnosti (RTA) izražene kao omjer ukupnog utroška energije i bazalnog metabolizma uočena je između skupine kojoj pripadaju pothranjeni i normalno uhranjeni mladići i skupine kojoj pripadaju prekomjerno teški i pretili mladići (slika 7). Skupina pothranjenih i normalno teških prosječno ima višu razinu tjelesne aktivnosti dnevno (medijan= 1,7) od skupine prekomjerno teških i pretilih (medijan= 1,47) (U= 39,50; p= 0,03).



***Slika 7.*** *Razlika u medijanima u razini tjelesne aktivnosti (RTA) za mladiće prema statusu uhranjenosti (IOTF). O-skupina pothranjenih i normalno teških mladića; I – skupina prekomjerno teških i pretilih mladića*

Statistički značajna razlika u vremenu provođenja umjereno intenzivne tjelesne aktivnosti (UTA) izražene u minutama uočena je između skupine kojoj pripadaju pothranjene i normalno uhranjene djevojke i skupine kojoj pripadaju prekomjerno teške i pretile djevojke (slika 8). Skupina pothranjenih i normalno teških prosječno ima više minuta umjereno intenzivne tjelesne aktivnosti dnevno (medijan= 56,5) od skupine prekomjerno teških i pretilih (medijan= 21,6) (U= 128,00; p= 0,014).



***Slika 8.*** *Razlika u medijanima u vremenu provođenja aktivnosti umjerenog intenziteta (UTA) za djevojke prema statusu uhranjenosti (IOTF). O-skupina pothranjenih i normalno teških djevojaka; I – skupina prekomjerno teških i pretilih djevojaka.*

Statistički značajna razlika u vremenu provođenja tjelesne aktivnosti visokog intenziteta (VTA) izražene u minutama uočena je između skupine kojoj pripadaju pothranjene i normalno uhranjene djevojke i skupine kojoj pripadaju prekomjerno teške i pretile djevojke (slika 9). Skupina pothranjenih i normalno teških prosječno ima više minuta visoko intenzivne tjelesne aktivnosti dnevno (medijan= 2,0) od skupine prekomjerno teških i pretilih (medijan= 0,0) (U= 139,50; p= 0,023). Nije uočena statistički značajna razlika u varijabli RTA (U= 235; p= 0,50).



***Slika 9.*** *Razlike u medijanima u vremenu provođenja tjelesne aktivnosti visokog intenziteta (VTA) za djevojke prema statusu uhranjenosti (IOTF). O-skupina pothranjenih i normalno teških djevojaka; I – skupina prekomjerno teških i pretilih djevojaka.*

***Tablica 6.*** *Pokazatelji kvantitete i kvalitete spavanje kod pothranjenih i normalno uhranjenih mladića (O) i prekomjerno teških i pretilih mladića (I). O - pothranjeni i normalno uhranjeni mladići (n=41); I – prekomjerno teški i pretili mladići (n=5).*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| VARIJABLE SPAVANJA | U  vrijednost | p  vrijednost | MEDIJAN O  (IQR) | MEDIJAN I  (IQR) |
| PROSJEČNO UVS  (min/dan) | **70** | **0,26** | **367,3**  **(70,9)** | **384,2**  **(36,6)** |
| PROSJEČAN PS  (min/dan) | **76** | **0,36** | **487,6**  **(72,7)** | **490,7**  **(45,8)** |
| PROSJEČNA ES  (%) | **101** | **0,97** | **0,8**  **(0,1)** | **0,8**  **(0,1)** |
| PROSJEČNA LU  (min/dan) | **64,5** | **0,19** | **17,0**  **(15,2)** | **22,3**  **(13,0)** |
| PROSJEČNA BNU (min/dan) | **95** | **0,80** | **97,7**  **(47,2)** | **97,2**  **(43,8)** |

U i p vrijednosti dobivene su Mann-Whitney U testom za nezavisne uzorke

UVS – ukupno vrijeme spavanja izraženo u minutama/danu

PS – period spavanja izražen u minutama/danu

ES – efikasnost spavanja izražena u postocima (%)/danu

LU – latencija usnivanja izražena u minutama/danu

BNU – budnost nakon usnivanja izražena u minutama/danu

***Tablica 7.*** *Pokazatelji kvantitete i kvalitete spavanje kod pothranjenih i normalno uhranjenih djevojaka (O) i prekomjerno teških i pretilih mladića (I). O - pothranjeni i normalno uhranjeni mladići (n=69); I – prekomjerno teški i pretili mladići (n=8).*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| VARIJABLE SPAVANJA | U  vrijednost | p  vrijednost | MEDIJAN O  (IQR) | MEDIJAN I  (IQR) |
| PROSJEČNO UVS  (min/dan) | **249,5** | **0,66** | **383,7**  **(79,6)** | **412.7667**  **(67,3)** |
| PROSJEČAN PS  (min/dan) | **255** | **0,73** | **491,8**  **(80,6)** | **490.8333**  **(110,1)** |
| PROSJEČNA ES  (%) | **258** | **0,77** | **0,8**  **(0.1)** | **0.7947**  **(0,2)** |
| PROSJEČNA LU  (min/dan) | **194,5** | **0,18** | **10,6**  **(10,4)** | **15.3667**  **(9,5)** |
| PROSJEČNA BNU (min/dan) | **262** | **0,82** | **76,6**  **(46,5)** | **92.7167**  **(80,3)** |

U i p vrijednosti dobivene su Mann-Whitney U testom za nezavisne uzorke

UVS – ukupno vrijeme spavanja izraženo u minutama/danu

PS – period spavanja izražen u minutama/danu

ES – efikasnost spavanja izražena u postocima (%)/danu

LU – latencija usnivanja izražena u minutama/danu

BNU – budnost nakon usnivanja izražena u minutama/danu

# RASPRAVA

Ovom opservacijskom studijom istražena je povezanost spavanja, tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti kod zdravih adolescenata. Glavni rezultati ovog istraživanja upućuju da postoji statistički značajna razlika između adolescenata koji su pothranjeni i normalno teški u odnosu na adolescente koji su prekomjerno teški i pretili u vremenu provođenja tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta, tjelesne aktivnosti visokog intenziteta kao i razine tjelesne aktivnosti tijekom dana. Adolescenti koji su pothranjeni i normalno teški aktivniji su od vršnjaka druge skupine. Nadalje, analize napravljene po spolu upućuju da se djevojke iz dviju skupina razlikuju u vremenu provođenja UTA i VTA gdje je veća razina UTA i VTA zamijećena kod djevojaka koje su pothranjene i normalno teške. Analize napravljene na mladićima upućuju da se dvije skupine statistički značajno razlikuju u vremenu provođenja VTA, gdje je viša razina zapažena kod pothranjenih i normalno teških pojedinaca, dok kod UTA nije zamijećena takva razlika. Također zamijećena je statistički značajna razlika u RTA, gdje je veća razina zapažena kod pothranjenih i normalno uhranjenih mladića. Nadalje, analizom povezanosti potkožnog masnog tkiva i indeksa tjelesne mase s tjelesnom aktivnošću, uočena je statistički značajna negativna povezanost S4KN i UTA te ITM i UTA kod djevojaka, a S4KN i VTA, S4KN i RTA te ITM i VTA kod mladića. Navedeno ukazuje kako je tjelesna masa, a samim time i masna masa tijela pod velikim utjecajem tjelesne aktivnosti, gdje je aktivnost visokog intenziteta učinkovitija kod smanjenja masnog tkiva cijelog organizma, dok su niži intenziteti aktivnosti učinkovitiji kod smanjenja visceralne masti (Maillard, Pereira, i Boisseau, 2018).

Lau i suradnici (2015) u svojoj studiji provedenoj na prekomjerno teškoj djeci ukazuju kako je intenzivna tjelesna aktivnost učinkovitija u redukciji sume 4 kožna nabora od aktivnosti nižih intenziteta, dok Lee i suradnici (2012) navode kako kontinuirani oblici aerobnog vježbanja, kao što su hodanje, trčanje, vožnja bicikla i plivanje, doprinose gubitku tjelesne mase kod prekomjerno teške i pretile djece, a reguliraju tjelesnu masu kod djece koja su normalno uhranjena. Nadalje, tjelesna aktivnost visokog intenziteta izaziva superiorne fiziološke učinke zbog primjene supraliminalnih podražaja koji izazivaju veći periferni vaskularni i stanični stres, a posljedično i veću prilagodbu organizma (Gibala, Little, MacDonald i Hawley, 2012). Štoviše, tjelesna aktivnost visokog intenziteta koja se konzistentno provodi tijekom 6 mjeseci u odgovarajućim vremenskim razmacima pokazala se kao odličan i bolji alat za redukciju opsega struka kod pretilih adolescenata u odnosu na aerobnu tjelesnu aktivnost niskog intenziteta (Farah, Ritti‐Dias, Balagopal, Hill i Prado, 2014). Opseg struka uvelike je povezan s količinom visceralne masti koja se nakuplja oko unutarnjih organa te predstavlja rizik za razvoj mnogih bolesti. Sadrži upalne stanice, a kod pretilih odraslih povezana je sa dislipidemijom, inzulinskom rezistencijom i aterosklerozom (Neeland i sur., 2013). No danas s trendom razvoja pretilosti ne samo kod odraslih nego i kod pedijatrijske populacije, pretila djeca imaju visoki rizik za razvoj kroničnih nezaraznih bolesti koje su se ranije odnosile isključivo na odraslu populaciju (Kumar i Kelly, 2017). Navedeno predstavlja problem ne samo za zdravlje populacije nego i ogroman ekonomski gubitak pogotovo u zemljama s niskim i srednjim dohotkom (Abegunde, Mathers, Adam, Ortegon i Strong, 2007).

Statistički značajna razlika u kvaliteti i kvantiteti spavanja između skupina mladića i skupina djevojaka raspodijeljenih prema statusu uhranjenosti nije pronađena u ovom istraživanju što upućuje kako tjelesna masa nije jedini i ključan čimbenik koji utječe na san kod zdravih adolescenata. Ostale komponente koje utječu na san, a nisu mjerene u ovom istraživanju su: količina dnevne izloženosti svjetlu (Figueiro i sur., 2017), otpornost na stres (Sadeh, Keinan i Daon, 2004), vrsta i količina konzumirane hrane (Peuhkuri, Sihvola i Korpela, 2012), pušenje cigareta (Wetter & YoUNG, 1994) i konzumacija kofeina (Drake, Roehrs, Shambroom i Roth, 2013).

Prosječan period spavanja u ovoj studiji iznosio je 8,2 h što je u skladu s preporučenim vrijednostima za djecu od 14 do 17 godina starosti, a iznose od 8 do 10 h sna dnevno (Chaput, Dutil i Sampasa-Kanyinga, 2018). S druge strane, ukupno vrijeme spavanja u ovoj studiji iznosilo je tek 6,3 h u prosjeku. Dakle, iako je period spavanja u skladu s preporukama, ukupno vrijeme koje su adolescenti spavali je znatno manje što ukazuje da subjektivno procijenjeno trajanje sna pomoću izvještavanja o odlasku u krevet može precijeniti stvarno nakupljenu količinu sna. Nažalost, ova studija nije pratila subjektivan osjećaj sna pa je nemoguće procijeniti je li zabilježena količina sna kod određenog broja ispitanika nedostatna, niti je li praćena negativnim posljedicama premalog sna idući dan.

Iako nije pronađena statistički značajna povezanost za većinu komponenata spavanja s komponentama tjelesne aktivnosti kod zdravih adolescenata, ona ipak postoji za RTA i PS kod djevojaka. RTA i PS statistički su značajno negativno povezani kod pothranjenih i normalno uhranjenih djevojaka, a iako se povezanost može smatrati malom, ona je ipak značajna. No, budući da se ukupno vrijeme spavanja kod djevojaka iz dviju skupina ne razlikuje to ukazuje kako pothranjene i normalno uhranjene djevojke veći postotak vremena tijekom boravka u krevetu provedu spavajući. Skrinar i suradnici (1989) u svojoj studiji navode kako intenzivno vježbanje, a time posljedično i viša razina tjelesne aktivnosti može djelomično suprimirati, a ne potaknuti izlučivanje melatonina pinealne žlijezde kod odraslih žena. Navedeno bi značilo da smanjena razina melatonina utječe na kraće vrijeme spavanja budući da je upravo melatonin zadužen za smanjenje tjelesne temperature, poticanje spavanja te regulaciju ciklusa sna i budnosti (Dawson i Encel, 1993). Kako u ovoj studiji djevojke niti iz jedne skupine prema statusu uhranjenosti uglavnom nisu dugotrajno provodile tjelesnu aktivnost visokog intenziteta, nego samo umjerenu tjelesnu aktivnost, ostaje za istražiti u budućim studijama utječe li također visoko intenzivna tjelesna aktivnost na redukciju perioda spavanja uz nepromijenjenost ukupnog vremena spavanja ili zaista smanjuje ukupno vrijeme spavanja i samu efikasnost sna kod ženske populacije. Nadalje potrebno je istražiti postoje li hormonalni čimbenici utjecaja tijekom perioda rasta i razvoja koji utječu na navedenu povezanost koja razlikuje djevojke ovisno o statusu uhranjenosti te zašto takva povezanost nije zamijećena kod mladića.

Negativna povezanost također je zamijećena za VTA i ES kod prekomjerno teških i pretilih mladića. Mogući razlog je taj da tjelesna aktivnost visokog intenziteta predstavlja oblik akutnog stresa za organizam, a stres uzrokuje aktivaciju hipotalamus – hipofiza – nadbubrežna žlijezda osi (HPA engl. hypotalamis-pituarity-adrenocortical-axis) i simpato-adrenalno-medularne osi (SAM engl. symatho-adrenomedullary-axis). HPA rezultira povećanim izlučivanjem hormona kortizola iz kore nadbubrežne žlijezde, a SAM uzrokuje otpuštanje adrenalina i noradrenalina iz središnjeg živčanog sustava (Wolf, Nicholls i Chen, 2008). Nadalje, za osobe koje su prekomjerno teške i pretile tjelesna aktivnost visokog intenziteta predstavlja veći napor nego osobama normalne uhranjenosti, pa je shodno tome i razina akutnog stresa veća. Posljedično stres i njegovi produkti djeluju na veću aktivaciju simpatikusa i manju aktivaciju parasimpatikusa i aktivnost živca vagusa te posljedično smanjuju razinu opuštenosti i efikasnost spavanja (Castro-Diehl i sur., 2016).

Prednosti ovog istraživanja uključuju objektivno mjerenje tjelesne aktivnosti kao i kvantitete i efikasnosti sna, kontinuirano praćenje tjelesne aktivnosti i spavanja tijekom nekoliko dana te uključenost oba spola u istraživanje. S druge strane, nekoliko je nedostatka ovog istraživanja koja zaslužuju pozornost. Prvo, nekoliko je bitnih odrednica koje su ranije navedene i koje utječu na kvalitetu i kvantitetu sna, a nisu mjerene u ovom istraživanju. To su: količina dnevne izloženosti svjetlu (Figueiro i sur., 2017), otpornost na stres (Sadeh, Keinan & Daon, 2004), vrsta i količina konzumirane hrane (Peuhkuri, Sihvola & Korpela, 2012), pušenje cigareta (Wetter & YoUNG, 1994) i konzumacija kofeina (Drake, Roehrs, Shambroom & Roth, 2013). Drugo, iako je u ovom istraživanju objektivno mjeren intenzitet i trajanje aktivnosti, nema podataka o tipu ili kontekstu tjelesne aktivnosti. Iz tog razloga, potrebna su daljnja istraživanja kako bi se vidjelo utječe li tjelesna aktivnost različito na količinu tjelesne masti i san ovisno o tipu te postoji li i kakva je razlika između aerobnih aktivnosti i aktivnosti koje su usmjerene na razvoj jakosti i snage. Treće, relativno je mali uzorak, a pogotovo prekomjerno teških i pretilih adolescenata, a budući da je ovo eksplorativna studija koja je testirala veliki broj statističkih hipoteza bez korekcije što dovodi do posljedica na razinu alfa greške, potrebno je u daljnjim ciljanim istraživanjima potvrditi rezultate na većim uzorcima.

# ZAKLJUČAK

Rezultati ove studije ukazuju kako postoji povezanost spavanja, tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti. Tjelesna aktivnost utječe na sastav tijela, količinu potkožnog masnog tkiva i ukupnu tjelesnu masu. Također utječe i na određene komponente spavanja, dok spavanje posredno utječe na tjelesnu masu i tjelesnu aktivnost preko hormonalnih čimbenika. Povezanost nije jednoznačna, a ovim je istraživanjem prikazana nekolicina čimbenika koji su u pozadini međudjelovanja navedenih komponenata. Ovim istraživanjem pronađena je negativna povezanost između prekomjerne tjelesne mase i tjelesne aktivnosti u oba spola, zatim negativna povezanost visoko intenzivne tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja kod prekomjerno teških i pretilih mladića te razine tjelesne aktivnosti i perioda spavanja kod normalno uhranjenih djevojaka. Analizom razlika kvantitete i kvalitete spavanja između skupina podijeljenih prema statusu uhranjenosti nije uočeno razlikovanje niti kod djevojaka niti kod mladića. Implikacije ovog istraživanja navode da je potrebno osigurati dovoljno sna posebno kod aktivnijih adolescenata kako bi se spriječila pretreniranost te posljedično negativni hormonalni učinci. Sljedeće, potrebna je veća razina tjelesne aktivnosti kod pretilih adolescenata kako bi se izazvala redukcija potkožnog masnog tkiva i posljedično unaprijedio status zdravlja. Zaključno, potrebna su daljnja istraživanja s uključenošću više čimbenika i većeg uzorka kako bi se saznali precizniji mehanizmi te provedba istraživanja koja su usmjerena samo na prekomjerno tešku i pretilu djecu.

# LITERATURA

Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., ... & Agyemang, C. (2017). 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. *The Lancet*, *390*(10113), 2627-2642.

Abegunde, D. O., Mathers, C. D., Adam, T., Ortegon, M., & Strong, K. (2007). The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *The Lancet*, *370*(9603), 1929-1938.

Anzuini, F., Battistella, A., & Izzotti, A. (2011). Physical activity and cancer prevention: a review of current evidence and biological mechanisms. *Journal of preventive medicine and hygiene, 52*(4).

Arvidsson, D., Slinde, F., & Hulthén, L. (2009). Free-living energy expenditure in children using multi-sensor activity monitors. *Clinical nutrition*, *28*(3), 305-312.

Bidzan-Bluma, I., & Lipowska, M. (2018). Physical activity and cognitive functioning of children: a systematic review. *International journal of environmental research and public health, 15*(4), 800.

Budgett, R. (1998). Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. *British journal of sports medicine*, *32*(2), 107-110.

Calabro, M. A., Stewart, J. M., & Welk, G. J. (2013). Validation of pattern-recognition monitors in children using doubly labeled water. *Medicine and science in sports and exercise*, *45*(7), 1313-1322.

Carskadon, M. A., Wolfson, A. R., Acebo, C., Tzischinsky, O., & Seifer, R. (1998). Adolescent sleep patterns, circadian timing, and sleepiness at a transition to early school days. *Sleep*, *21*(8), 871-881.

Castro-Diehl, C., Roux, A. V. D., Redline, S., Seeman, T., McKinley, P., Sloan, R., & Shea, S. (2016). Sleep duration and quality in relation to autonomic nervous system measures: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Sleep*, *39*(11), 1927.

Chaput, J. P., Dutil, C., & Sampasa-Kanyinga, H. (2018). Sleeping hours: what is the ideal number and how does age impact this?. *Nature and science of sleep*, *10*, 421.

Cooper, S. B., Dring, K. J., & Nevill, M. E. (2016). High-intensity intermittent exercise: effect on young people’s cardiometabolic health and cognition. *Current sports medicine reports, 15*(4), 245-251.

Dattilo, M., Antunes, H. K. M., Medeiros, A., Neto, M. M., Souza, H. S. D., Tufik, S., & De Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical hypotheses, 77*(2), 220-222.

Dawson, D., & Encel, N. (1993). Melatonin and sleep in humans. *Journal of pineal research*, *15*(1), 1-12.

Dolezal, B. A., Neufeld, E. V., Boland, D. M., Martin, J. L., & Cooper, C. B. (2017). Interrelationship between sleep and exercise: a systematic review. *Advances in preventive medicine*, *2017*.

Drake, C., Roehrs, T., Shambroom, J., & Roth, T. (2013). Caffeine effects on sleep taken 0, 3, or 6 hours before going to bed. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *9*(11), 1195-1200.

Driver, H. S., & Taylor, S. R. (2000). Exercise and sleep. *Sleep medicine reviews,* *4*(4), 387-402.

Farah, B. Q., Ritti‐Dias, R. M., Balagopal, P., Hill, J. O., & Prado, W. L. (2014). Does exercise intensity affect blood pressure and heart rate in obese adolescents? A 6‐month multidisciplinary randomized intervention study. *Pediatric obesity*, *9*(2), 111-120.

Figueiro, M. G., Steverson, B., Heerwagen, J., Kampschroer, K., Hunter, C. M., Gonzales, K., ... & Rea, M. S. (2017). The impact of daytime light exposures on sleep and mood in office workers. *Sleep Health*, *3*(3), 204-215.

Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low‐volume, high‐intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, *590*(5), 1077-1084.

Glozier, N., Martiniuk, A., Patton, G., Ivers, R., Li, Q., Hickie, I., ... & Stevenson, M. (2010). Short sleep duration in prevalent and persistent psychological distress in young adults: the DRIVE study. *Sleep, 33*(9), 1139-1145.

Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *Journal of behavioral medicine, 38*(3), 427-449.

Kumar, S., & Kelly, A. S. (2017, February). Review of childhood obesity: from epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 92, No. 2, pp. 251-265). Elsevier.

Lau, P. W., Wong, D. P., Ngo, J. K., Liang, Y., Kim, C. G., & Kim, H. S. (2015). Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *European journal of sport science*, *15*(2), 182-190.

Lee, S., Bacha, F., Hannon, T., Kuk, J. L., Boesch, C., & Arslanian, S. (2012). Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: a randomized, controlled trial. *Diabetes*, *61*(11), 2787-2795.

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual* (Vol. 177, pp. 3-8). Champaign, IL: Human kinetics books.

Maillard, F., Pereira, B., & Boisseau, N. (2018). Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. *Sports Medicine*, *48*(2), 269-288.

Maslowsky, J., & Ozer, E. J. (2014). Developmental trends in sleep duration in adolescence and young adulthood: evidence from a national United States sample. *Journal of Adolescent Health*, *54*(6), 691-697.

Mišigoj-Duraković, M., Babić, Z., Barić, R., Borer, K., Cerovec, D., Berković, M. C., ... & Heimer, S. (2018). *Tjelesno vježbanje i zdravlje*. Zagreb: Znanje.

Neeland, I. J., Ayers, C. R., Rohatgi, A. K., Turer, A. T., Berry, J. D., Das, S. R., ... & de Lemos, J. A. (2013). Associations of visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue with markers of cardiac and metabolic risk in obese adults. *Obesity*, *21*(9), E439-E447.

Nindl, B. C., Kraemer, W. J., Marx, J. O., Tuckow, A. P., & Hymer, W. C. (2003). Growth hormone molecular heterogeneity and exercise. *Exercise and sport sciences reviews*, *31*(4), 161-166.

Petit, J. M., Burlet-Godinot, S., Magistretti, P. J., & Allaman, I. (2015). Glycogen metabolism and the homeostatic regulation of sleep. *Metabolic brain disease, 30*(1), 263-279.

Peuhkuri, K., Sihvola, N., & Korpela, R. (2012). Diet promotes sleep duration and quality. *Nutrition research*, *32*(5), 309-319.

Pritzlaff-Roy, C. J., Widemen, L., Weltman, J. Y., Abbott, R., Gutgesell, M., Hartman, M. L., ... & Weltman, A. (2002). Gender governs the relationship between exercise intensity and growth hormone release in young adults. *Journal of Applied Physiology*, *92*(5), 2053-2060.

Ridley, K., Ainsworth, B. E., & Olds, T. S. (2008). Development of a compendium of energy expenditures for youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *5*(1), 45.

Sadeh, A., Keinan, G., & Daon, K. (2004). Effects of stress on sleep: the moderating role of coping style. *Health Psychology*, *23*(5), 542.

Seipp, B. (1991). Anxiety and academic performance: A meta-analysis of findings. *Anxiety research, 4*(1), 27-41.

Skrinar, G. S., Bullen, B. A., Reppert, S. M., Peachey, S. E., Turnbull, B. A., & McArthur, J. W. (1989). Melatonin response to exercise training in women. *Journal of pineal research*, *7*(2), 185-194.

Soric, M., Turkalj, M., Kucic, D., Marusic, I., Plavec, D., & Misigoj-Durakovic, M. (2013). Validation of a multi-sensor activity monitor for assessing sleep in children and adolescents. *Sleep medicine*, *14*(2), 201-205.

Takahashi, Y., Kipnis, D. M., & Daughaday, W. H. (1968). Growth hormone secretion during sleep. *The Journal of clinical investigation*, *47*(9), 2079-2090.

Thomas, G. A., Kraemer, W. J., Comstock, B. A., Dunn-Lewis, C., Maresh, C. M., & Volek, J. S. (2013). Obesity, growth hormone and exercise. *Sports Medicine*, *43*(9), 839-849.

van der Valk, E. S., Savas, M., & van Rossum, E. F. (2018). Stress and Obesity: Are There More Susceptible Individuals?. *Current obesity reports*, *7*(2), 193-203.

Wetter, D. W., & YoUNG, T. B. (1994). The relation between cigarette smoking and sleep disturbance. *Preventive medicine*, *23*(3), 328-334.

Wolf, J. M., Nicholls, E., & Chen, E. (2008). Chronic stress, salivary cortisol, and α-amylase in children with asthma and healthy children. *Biological psychology*, *78*(1), 20-28.

World Health Organization. (2015). Global recommendations on physical activity for health. 2010.

World Health Organization. (2016). Consideration of the evidence on childhood obesity for the Commission on Ending Childhood Obesity: report of the ad hoc working group on science and evidence for ending childhood obesity, Geneva, Switzerland.

ZubiaVeqar, M. E. (2012). Sleep quality improvement and exercise: A Review. *International Journal of Sciencific and Research Publications*, *2*(8), 1-8.

***ZAHVALA***

*Prijateljima i svim profesorima od kojih sam naučila znanja vezana uz struku, ali i znanja vezana uz međuljudske odnose, komunikaciju i strpljenje!*

*Mentoru doc. dr. sc. Maroju Soriću koji mi je pomogao da ideju prenesem u pisani oblik!*

*Mami, bratu i sestri koji su mi oduvijek i zauvijek najveća potpora!*

***...***

*Ovaj rad napravljen je u sklopu istraživanja CRO-PALS, financiranog od Hrvatske zaklade za znanost pod brojem IP-2016-06-9926.*