

# Utjecaj tjelesne aktivnosti i higijene spavanja na kvalitetu sna u starijih osoba

---

Mijoč, Vesna

Doctoral thesis / Disertacija

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:814859>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-09**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)





Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Vesna Mijoč

**UTJECAJ TJELESNE AKTIVNOSTI I HIGIJENE  
SPAVANJA NA KVALITETU SNA U STARIJIH  
OSOBA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



University of Zagreb  
FACULTY OF KINESIOLOGY

Vesna Mijoč

**INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY AND SLEEP  
HYGIENE ON SLEEP QUALITY IN ELDERLY PEOPLE**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Vesna Mijoč

**UTJECAJ TJELESNE AKTIVNOSTI I HIGIJENE  
SPAVANJA NA KVALITETU SNA U STARIJIH  
OSOBA**

DOKTORSKI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Damir Erceg

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Vesna Mijoč

**INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY AND SLEEP  
HYGIENE ON SLEEP QUALITY IN ELDERLY PEOPLE**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

Associate professor Damir Erceg, PhD.

Zagreb, 2024.

## ZAHVALE

Na kraju ovog putovanja, želim izraziti duboku zahvalnost svima koji su doprinijeli realizaciji mog doktorskog rada.

Prvo, zahvaljujem svim ustanovama u kojima je provedeno istraživanje: Dom za starije osobe sv. Josip, Dom umirovljenika sv. Ana i Domu za starije osobe Maksimir. Vaša otvorenost i podrška bili su od neprocjenjive važnosti za ovu studiju.

Posebnu zahvalnost upućujem ravnateljima i glavnim sestrama ustanova, kao i svim djelatnicima, a posebno fizioterapeutima Luciji, Barbari, Kristini, Dinku i Loreti, koji su aktivno sudjelovali u provedbi istraživanja. Vaša predanost i stručnost bili su ključni za provedbu istraživanja.

Zahvaljujem i korisnicima domova koji su se odazvali istraživanju, vaša suradnja i otvorenost omogućili su mi prikupljanje dragocjenih podataka.

Hvala Kineziološkom fakultetu na ustupljenim akcelerometrima GENEActiv, koji su mi omogućili prikupljanje podataka. Također, zahvaljujem studentima Odjela za sestrinstvo Hrvatskog katoličkog sveučilišta na podršci u prikupljanju podataka.

Moja zahvalnost ide i doc. dr. sc. Ivici Matiću za pomoć u prikupljanju i analizi podataka, kao i United States Conference of Catholic Bishops na stipendiji koja mi je omogućila fokus na istraživanje.

Zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Filipu Galoviću na lekturi mog rada, kao i članovima Povjerenstva za ocjenu doktorskog rada, što su svojim konstruktivnim savjetima i susretljivošću pomogli u svim fazama izrade ovog doktorskog rada.

Posebnu zahvalnost izražavam majci i sestri, koje su me oduvijek podržavale s puno strpljivosti i razumijevanja.

Na kraju, posebno se želim zahvaliti svojoj obitelji koja je uvijek bila uz mene i pružala mi ljubav i potporu tijekom ovog izazovnog putovanja.

Mentoru, izv. prof. dr. sc. Damiru Ercegu, izražavam posebnu zahvalnost za njegovu stručnost, podršku i usmjerenje u izradi doktorskog rada.

Svi ste bili neizostavni dijelovi ovog jedinstvenog akademskog puta, i bez vas ovaj rad ne bi mogao doprinijeti znanosti.

Hvala Vam!

## ŽIVOTOPIS MENTORA

Izv. prof. dr. sc. Damir Erceg je specijalist kliničke farmakologije s toksikologijom, te je ujedno i voditelj odjela za klinička ispitivanja Dječje bolnice Srebrnjak. Završio je Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 1990. U periodu 1991. –1993. završio je poslijediplomski studij iz pred-kliničke farmakologije i toksikologije, kada je i magistrirao.

Posjeduje 10-godišnje iskustvo rada u farmaceutskoj industriji. U periodu 1992. – 2002. bio je zaposlen u Plivi, tada vodećoj farmaceutskoj tvrtki u jugoistočnoj Europi, na poslovima pred-kliničkih i kliničkih istraživanja razvoja lijekova, te farmakovigilacije. Tijekom tog perioda završava poslijediplomski studij farmaceutske medicine 1996. – 1998. organiziran u suradnji velškog farmaceutskog fakulteta u Cardiffu i britanskog udruženja liječnika farmaceutske industrije. Godine 2002. napušta Plivu i odlazi na specijalizaciju. Godine 2005. završava specijalizaciju kliničke farmakologije s toksikologijom. Od 2006. godine zaposlen je u Dječjoj bolnici Srebrnjak.

U periodu 2007. – 2010. godine, ravnatelj je i jedan od osnivača Hrvatske agencije za borbu protiv dopinga u sportu. Bio je član zdravstvenog tima hrvatskog rukometnog, nogometnog i odbojkaškog saveza, kao i član hrvatskog zdravstvenog tima na Olimpijskim igrama u Pekingu 2008. i Mediteranskim igrama u Pescari 2009. Za svoj doprinos u sportu i borbi protiv dopinga u sportu nagrađen je 2015. godine Državnom nagradom „dr. Franjo Bučar“. Godine 2012. obranio je doktorsku disertaciju na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci iz područja kliničke farmakologije. Iste godine postaje voditelj odjela za klinička ispitivanja Dječje bolnice Srebrnjak.

Sudjeluje u brojnim kliničkim ispitivanjima kao istraživač ili glavni istraživač. Autor je većeg broja znanstvenih i stručnih radova u međunarodno citiranim časopisima, te poglavlja u sveučilišnim udžbenicima i knjigama.. Recenzent je za više inozemnih i domaćih časopisa. Pozvani je predavač većeg broja domaćih i međunarodnih stručnih skupova. Član je domaćih i međunarodnih stručnih društava iz područja farmakologije, kliničke farmakologije i kliničkih ispitivanja. Izv. prof. dr. sc. Erceg sudjeluje u dodiplomskoj nastavi na Medicinskim fakultetima u Osijeku, Splitu i Zagrebu, Fakultetu dentalne medicine i zdravstva u Osijeku, na Medicinskom fakultetu i studiju sestrinstva na Hrvatskom katoličkom sveučilištu u Zagrebu, te na doktorskim studijima Medicinskih fakulteta u Osijeku i Zagrebu.

## SAŽETAK NA HRVATSKOM JEZIKU

**Cilj istraživanja:** Starije osobe su skupina povećanog rizika od smrtnosti zbog visoke prevalencije poremećaja spavanja. Tjelesna aktivnost, kao nefarmakološka intervencija, može imati blagotvorne učinke na kvalitetu spavanja, no mehanizmi njezina utjecaja kod starije populacije nisu u potpunosti razjašnjeni. S toga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj intervencije tjelesne aktivnosti provedene u jutarnjim i popodnevnim satima te higijene spavanja, na kvalitetu spavanja kod osoba starije životne dobi.

**Metode istraživanja:** U ovom istraživanju, 76 ispitanika starijih od 65 godina (prosječna dob:  $72.6 \pm 1.2$  godina) je slučajno bilo raspodijeljeno u tri grupe ispitanika: 1) jutarnja grupa (N = 30), koja je provodila tjelesnu aktivnost u jutarnjim satima; 2) popodnevna grupa (N = 23), koja je provodila istu aktivnost u popodnevnim satima; i 3) grupa higijene spavanja (N = 23), koja je provodila intervenciju higijene spavanja. Intervencija je trajala četiri tjedna, a korištene su slijedeće metode: i) dnevnik spavanja (odlazak na spavanje i buđenje); ii) subjektivna procjena kvalitete spavanja mjerene Pittsburgh upitnikom kvalitete spavanja; iii) objektivna procjena tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe mjerena GENEActive akcelerometrijom. Prije testiranja, svi su ispitanici ispunili Montrealsku ljestvicu kognitivne procjene, te su ispitanici s rezultatom  $\geq 27$  bili uključeni u istraživanje. Inicijane razlike između grupa testirane su Kruskal-Wallis testom za nezavisne uzorke, dok su se vremenske promjene unutar pojedine grupe izračunale Wilcoxonovim rank testom za zavisne uzorke.

**Rezultati istraživanja:** Nakon intervencije u trajanju od četiri tjedna, komponente mjerene subjektivnom metodom Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja su pokazale značajne vremenske promjene i poboljšanja u kvaliteti, latenciji, trajanju, učinkovitosti i cjelokupnoj kvaliteti spavanja, dok su se poremećaji i disfunkcije spavanja značajno smanjile. Grupa higijene spavanja pokazala je najveće promjene tijekom primjene intervencije spavanja u cjelokupnoj kvaliteti spavanja (82.6%, Z – vrijednost = -4.359, p – vrijednost < 0.001) nasuprot jutarnje (66.1%, Z – vrijednost = -4.264, p – vrijednost < 0.001) i popodnevne grupe (66.9%, Z – vrijednost = -4.000, p – vrijednost < 0.001), te u trajanju spavanja (90.8%, Z – vrijednost = -4.221, p – vrijednost < 0.001), nasuprot popodnevne grupe (60.9%, Z – vrijednost = -3.742, p – vrijednost < 0.001), dok je jutarnja grupa pokazala najmanje vremenske promjene u trajanju spavanja (23.3%, Z – vrijednost = -2.111, p – vrijednost = 0.035). U drugim parametrima kvalitete spavanja (osim konzumacije lijekova), iako je došlo do značajnih vremenskih



promjena primjenom intervencije ( $p$  – vrijednost  $< 0.05$ ), nije došlo do značajnih interakcija vremena i tipa intervencije. Kod komponenata spavanja mjerenih objektivnom metodom akcelerometrije, rezultati istraživanja su pokazali značajno vremensko smanjenje spavanja kod jutarnje grupe za 8.3%, dok je popodnevna grupa smanjila isto trajanje spavanja za 7.2%, proteklog vremena spavanja kod jutarnje (7.7%) i popodneve (19.4%) grupe, smanjenje ukupnog vremena spavanja tijekom vikenda za 10.0% kod jutarnje i 18.5% za popodnevnu grupu, povećano ukupno vrijeme budnosti tijekom vikenda kod jutarnje za 1.2%, dok je smanjenje zamijećeno kod popodneve grupe za 21.2% dok u istim varijablama tijekom dana tjedna nije bilo značajnih promjena. Na prosječnoj tjednoj razini, nije došlo do značajnih promjena u obje grupe ispitanika. Konačno, učinci broja koraka, različitih intenziteta tjelesne aktivnosti i sedentarnog ponašanja na karakteristike spavanja mjerenih objektivnom metodom akcelerometrije su pokazali, kako su generalno intenziteti tjelesne aktivnosti i veći broj koraka značajno pozitivno povezani s kvalitetom i arhitekturom spavanja, dok je veća razina sedentarnih ponašanja bila povezana s nižom razinom učinkovitosti spavanja i višim brojem aktivnih razdoblja kod jutarnje i popodneve grupe ispitanika. Globalne razlike su utvrđene Friedmanovim testom.

**Zaključak istraživanja:** Ovo je istraživanje pokazalo kako intervencija tjelesne aktivnosti i higijene spavanja u trajanju od četiri tjedna može pozitivno utjecati na komponente spavanja mjerenih subjektivnom metodom u jutarnjoj i popodnevnoj grupi tjelesne aktivnosti i grupi higijene spavanja dok se prosječne tjedne vrijednosti parametara spavanja mjerenih objektivnom metodom nisu značajno promijenili u istom razdoblju. S druge strane, veći broj koraka i različiti intenziteti tjelesne aktivnosti imaju tendenciju poboljšanja trajanja, ukupnog vremena i učinkovitosti spavanja, dok smanjuju razinu budnosti i broj aktivnih razdoblja. Iako vremenskih promjena kod korištenja objektivnih metoda nije bilo, subjektivna procjena kvalitete spavanja se pokazuje dovoljno osjetljivom prilikom primjene intervencija i tendencija prema poboljšanjima u sve tri grupe ispitanika može pomoći u implementaciji strategija tjelesne aktivnosti za poboljšanje samo procijenjenog spavanja kod osoba starije životne dobi.

**Ključne riječi:** starija dob, higijena spavanja, tjelesna aktivnost, intervencija, GENEActive akcelerometrija, Pittsburgh upitnik kvalitete spavanja

## SAŽETAK NA ENGLESKOM JEZIKU

**Research goal:** Older adults are a group who are at increased risk of mortality due to the high prevalence of sleep disorders. Physical activity, as a non-pharmacological intervention, can have beneficial effects on sleep quality, but the mechanisms of its influence in older adults have not been fully elucidated. Therefore, the aim of this research was to determine the influence of physical activity intervention carried out in the morning and afternoon hours, and sleep hygiene on the quality of sleep in older adults.

**Research methods:** In this study, 76 subjects older than 65 years (average age:  $72.6 \pm 1.2$  years) were randomly divided into three groups of subjects: 1) morning group (N = 30), which performed physical activity in the morning hours; 2) afternoon group (N = 23), which carried out the same activity in the afternoon; and 3) the sleep hygiene group (N = 23), which had a sleep hygiene intervention and was without a physical activity intervention. The intervention lasted four weeks with the measurement of the following variables: i) sleep diary (going to sleep and waking up); ii) subjective assessment of sleep quality measured by the Pittsburgh Sleep Quality Index questionnaire (PSQI); iii) objective assessment of physical activity and sleep quality in the morning and afternoon groups measured by the GENEActive accelerometry method. Before testing, all subjects completed the Montreal Cognitive Assessment Scale (MOCA), and subjects with a score  $\geq 27$  were included in the study. Initial differences between groups were analyzed using Kruskal-Wallis test for independent samples and time changes within each group were calculated using Wilcoxon rank test. Global changes were identified using Friedman test.

**Research results:** After a four-week intervention, components measured by the subjective method of the PSQI showed significant temporal changes and improvements in quality, latency, duration, efficiency, and overall sleep quality, while sleep disturbances and dysfunctions significantly decreased. The sleep hygiene group showed the greatest changes during the implementation of the sleep intervention in the overall quality of sleep (82.6%, Z-value = -4.359, p-value < 0.001) compared to morning sleep (66.1%, Z-value = -4.264, p-value < 0.001) and the afternoon group (66.9%, Z - value = -4.000, p - value < 0.001), and in sleep duration (90.8%, Z - value = -4.221, p - value < 0.001), in contrast to the afternoon group (60.9% , Z-value = -3.742, p-value < 0.001), while the morning group showed the least temporal changes (23.3%, Z-value = -2.111, p-value = 0.035). In other parameters of sleep quality (except medication consumption), although there were significant time changes with the application of

the intervention ( $p$  - value  $< 0.05$ ), there were no significant interactions between time and type of intervention. In terms of sleep components measured by the objective method of accelerometry, the research results showed a significant decrease in sleep time in the morning group by 8.3%, while the afternoon group decreased the same duration of sleep by 7.2%. Moreover, the elapsed sleep time in the morning (7.7%) and afternoon (19.4%) groups decreased, along with the total sleep time during the weekend by 10.0% in the morning group and by 18.5% in the afternoon group. Finally, an increased total wake time during the weekend in the morning group by 1.2% was shown, while a more pronounced decrease in the afternoon group was by 21.2%. At the average weekly level, there were no significant changes in both groups of subjects. Finally, the effects of the number of steps, different intensities of physical activity and sedentary behavior on sleep characteristics measured by the objective method of accelerometers showed that, in general, the intensity of physical activity and a greater number of steps were significantly positively related to the quality and architecture of sleep, while a higher level of sedentary behaviors was related with a lower level of sleep efficiency and a higher number of active periods in the morning and afternoon group of subjects.

**Research conclusion:** This research shows how a four-week physical activity and sleep hygiene intervention can have a positive effect on sleep components measured by the subjective method in the morning and afternoon physical activity and sleep hygiene groups. The average weekly values of the sleep parameters measured by the objective method do not change significantly in the final, with regard to the initial measurement, except for some parameters during the weekend. On the other hand, a greater number of steps and different intensities of physical activity tend to improve the duration, total time and efficiency of sleep, while reducing the level of alertness and the number of active periods. Although there were no temporal changes when using objective methods, the subjective assessment of sleep quality proves to be sensitive enough when applying interventions and the tendency towards improvements in all three groups of subjects can help in the implementation of physical activity strategies to improve self-perceived sleep quality in older adults.

**Key words:** older age, sleep hygiene, physical activity, intervention, GENEActive accelerometry, Pittsburgh sleep quality questionnaire

## **KRATICE**

**COVID – 19** – COronaVirus Disease of 2019

**MET** – Metabolički ekvivalent

**MOCA** – Montreal Cognitive Assessment

**NREM** – Non-rapid eye movement

**PSQI** – Pittsburgh Sleep Quality Index

**REM** – Rapid eye movement

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
1.1.	Karakteristike spavanja osoba starije životne dobi.....	4
1.2.	Fiziologija spavanja.....	8
1.3.	Tjelesna aktivnost osoba starije životne dobi .....	10
1.4.	Utjecaj tjelesne aktivnosti na karakteristike spavanja .....	13
1.5.	Problem istraživanja .....	17
2.	CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....	19
3.	METODE .....	20
3.1.	Uzorak ispitanika.....	20
3.2.	Prikupljanje podataka .....	20
3.3.	Kvaliteta spavanja .....	20
3.4.	Karakteristike tjelesne aktivnosti i spavanja mjerene akcelerometrijom .....	21
3.5.	Protokol testiranja.....	22
3.6.	Prva skupina ispitanika – Intervencija higijene spavanja.....	23
3.7.	Druga skupina – Intervencija tjelesne aktivnosti u dopodnevnim satima .....	24
3.8.	Treća skupina – Intervencija tjelesne aktivnosti u popodnevnim satima .....	24
3.9.	Statistička obrada podataka .....	25
4.	REZULTATI.....	26
4.1.	Učinci intervencija na trajanje spavanja mjenog subjektivnom metodom upitnika spavanja .....	29
4.2.	Učinci intervencija na kvalitetu spavanja mjenog subjektivnom metodom Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja .....	31
4.3.	Učinci intervencija na kvalitetu spavanja mjenog objektivnom metodom nošenja akcelerometara.....	40
4.4.	Učinci broja koraka, različitih intenziteta tjelesne aktivnosti i sedentarnog ponašanja na karakteristike spavanja mjenih objektivnom metodom akcelerometara.....	61
5.	RASPRAVA.....	65
5.1.	Sažetak rezultata istraživanja .....	65
5.2.	Povezanost tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja .....	67
5.3.	Učinci hodanja, različitih intenziteta tjelesne aktivnosti i dužine intervencija na karakteristike spavanja .....	74
6.	OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA.....	80
7.	ZAKLJUČAK .....	83
8.	LITERATURA.....	85

## 1. UVOD

Starenje je biološki proces koji se događa zbog progresivnih i ireverzibilnih opadanja tjelesnih funkcija organa i organskih sustava (Guo i sur., 2022). S druge strane, starenje povećava rizik od mnogih nezaraznih bolesti, koje uključuju neurodegenerativne (Wyss-Coray, 2016; Hou i sur., 2019; Azam i sur., 2021; Zhao i sur., 2024), srčano-žilne (Ghebre i sur., 2016; Lazzeroni i sur., 2022; Cheng i sur., 2023; Qu i sur., 2024), metaboličke (Spinelli i sur., 2020; Amorim i sur., 2022; Palmer & Jensen, 2022; Zhang i sur., 2023), mišićno-koštane (Roberts i sur., 2016; Minetto i sur., 2020; Azzolino i sur., 2021) i imunološke (Weyand & Goronzy, 2016; Akha, 2018; Santoro i sur., 2021; Wang i sur., 2022) bolesti i poremećaje. S obzirom na kronološku dob, osobe starije životne dobi se smatraju pojedinci u dobi od  $\geq 65$  godina (Lee i sur., 2018). Uz primarnu klasifikaciju, te radi utvrđivanja, praćenja i proučavanju zdravstvenih funkcija i funkcionalnih sposobnosti, Svjetska zdravstvena organizacija (Rudnicka i sur., 2020) dodatno klasificira osobe starije životne dobi na one ranije (65–74 godina), srednje (75–84 godina) i duboke starosti ( $\geq 85$  godina). Istraživanja su pokazala kako je takva klasifikacija opravdana, zbog toga što osobe starije životne dobi imaju duplo više rizika za pojavnosću poremećaja i četiri puta veću vjerojatnost za tjelesnim ograničenjima, s obzirom na osobe ispod 65 godina (Milanović i sur., 2013; Chen i sur., 2022).

Iako se osobe starije životne dobi suočavaju s mnogim tjelesnim (Paterson & Warburton, 2010; Manini, 2011; Molton i sur., 2017), mentalnim (de Mendonça Lima & Ivbijaro, 2013; Reynolds 3rd i sur., 2022) i socijalnim ograničenjima (Czaja i sur., 2021; Perez i sur., 2022), statistički podaci ukazuju visoku prevalenciju osoba starije životne dobi  $\geq 65$  godina na globalnoj razini (Ujedinjeni narodi, 2023). Nadalje, podatci predviđaju pozitivan rast broja osoba starije životne dobi od 761 milijun u 2021. godini na 1.5 milijardi do 2050. godine, uz viši rast onih preko 80 godina starosti (Ujedinjeni narodi, 2023). S druge strane, predviđanja Svjetske zdravstvene organizacije (Rudnicka i sur., 2020) još veći akceleracijski zamah do 2030. godine s prevalencijom od 1.4 milijarde, te 2.1 milijarde osoba starije životne dobi do 2050 godine.

Uz negativne učinke starenja na zdravlje (Rudnicka i sur., 2020; Noto, 2023), intervencije i strategije 'zdravog starenja' uzeli su zamah u zadnjih nekoliko godina, pogotovo u zapadnim zemljama (Beard i sur., 2016; Beard i sur., 2017). Starenje globalne populacije jedan je od najvažnijih medicinskih i socijalno-demografskih problema u svijetu.

Na regionalnoj razini, Japan, Finska i Italija predstavljaju zemlje s najstarijim stanovništvom, dok su Grčka, Južna Koreja, Poljska, Portugal, Slovenija i Španjolska klasificirane kao zemlje koje najbrže stare (Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj, 2020).

Prema podacima Hrvatskog zavoda za statistiku (Populacijski Cenzus, 2021), broj stanovnika 2021. godine u Republici Hrvatskoj bio je 3,888,529, te je prevalencija osoba starije životne dobi  $\geq 65$  godina bila 22.3% (n = 888,638 stanovnika) s proporcijom od 58.4% žena (n = 361,518) i 41.6% muškaraca (n = 507,721), čineći hrvatsko stanovništvo jednog od najstarijih u Europi. Iako je skoro  $\frac{1}{4}$  hrvatskog stanovništva klasificirano kao 'osobe starije životne dobi', na nacionalnoj razini trenutno ne postoji standardizirani sustav intervencija i strategija, koje bi služile prevenciji nezaraznih bolesti i povećanju sposobnosti i kvalitete života (Plužarić i sur., 2023). Iz javnozdravstvenog gledišta, komorbiditeti povezani sa starenjem uvelike povećavaju stopu hospitalizacije i traženje medicinske pomoći, što direktno utječe na troškove liječenja i zbrinjavanja pojedinca pojedine države (Goates i sur., 2019; Chen i sur., 2023). Za primjer se uzimaju Sjedinjene Američke Države, gdje se na godišnjoj razini troši oko 20 milijardi američkih dolara na hospitalizaciju osoba starije životne dobi (Goates i sur., 2019). U Republici Hrvatskoj, ekonomski troškovi na liječenje srčano-žilnih bolesti su oko 32 milijuna eura u primarnoj zaštiti, dok se oni penju na 157 milijuna eura u bolničkom liječenju (Luengo-Fernandez i sur., 2023), što pozicionira Hrvatsku u srednje-visoku kategoriju zdravstvenih troškova po stanovniku.

Iako su troškovi liječenja osoba starije životne dobi od kroničnih nezaraznih bolesti na razini Europske unije veoma visoki (Luengo-Fernandez i sur., 2023), tek su se u posljednjih 10-ak godina počele intenzivnije primjenjivati intervencije i strategije 'zdravog starenja' s ciljem veće kvalitete života i dugovječnosti življenja (Svjetska zdravstvena organizacija, 2017; Svjetska zdravstvena organizacija, 2019). Uz koncept 'zdravog starenja' često se smatra razvitak i/ili održavanje funkcionalnih sposobnosti na razini, koja omogućuje osjećaj dobrog tjelesnog, mentalnog i socijalnog zdravlja kod osoba starije životne dobi (Michel & Sadana, 2017; Fallon i sur., 2019). Funkcionalne sposobnosti definiraju se kroz mogućnosti zadovoljenja osnovnih potreba, učenja, razvitka i donošenja odluka, mobilnosti, stvaranje i održavanje prijateljstva i veza s obitelji i doprinos zajednici (Beard i sur., 2016).

Kako bi se zadovoljile sve potrebe za neovisnošću o drugima i 'živjeti zdravo', te si na taj način produžiti život, prijašnja istraživanja su pokazala, kako modificirajući zdravi životni čimbenici, poput zadovoljenja preporuka o tjelesnoj aktivnosti (Löllgen i sur., 2009; Zhao i sur., 2020; Lee i sur., 2022; Feng i sur., 2023), dužini (Cappuccio i sur., 2010; Kurina i sur., 2013; He i sur., 2020; Svensson i sur., 2021; Jin i sur., 2022) i kvaliteti spavanja (Garfield i sur., 2019; Diao i sur., 2023; Del Bruto i sur., 2024), te njihovi kombinirani učinci (Huang i sur., 2022; Wang i sur., 2023; Choi i sur., 2024) mogu pozitivno utjecati na kvalitetno starenje i smanjenje incidencije od smrtnosti u industrijaliziranim zemljama (Khaw i sur., 2008; Rizzuto i sur., 2012; Manuel i sur., 2016; Licher i sur., 2019). Stoga ne čudi kako klinička istraživanja propisuju cjeloživotno bavljenje tjelesnom aktivnošću, te zadovoljenjem dovoljne količine i kvalitete spavanja, koje predstavljaju značajne čimbenike koncepta 'zdravog starenja' (Daskalopoulou i sur., 2017; Piercy i sur., 2018; Bull i sur., 2020; Szychowska & Drygas, 2022).

Posljedice razvitka i liječenja kroničnih nezaraznih bolesti najčešće prati nedovoljno zadovoljene preporuke vremena i intenziteta provedenog u tjelesnoj aktivnosti i povećanom prevalencijom problema sa spavanjem i njegovim komponentama kod osoba starije životne dobi (Foley i sur., 2004; Ryan i sur., 2018). Dok se razina tjelesne aktivnosti s kronološkom dobi smanjuje (McPhee i sur., 2016; Langhammer i sur., 2018; Izquierdo i sur., 2021), a razina problema sa spavanjem povećava (Suzuki i sur., 2017; Gordon i sur., 2022; Idalino i sur., 2023), do danas se ne mogu dati konačni zaključci o utjecajima tjelesne aktivnosti na trajanje i kvalitetu spavanja (Atoui i sur., 2021). Iako se tjelesna aktivnost za poticanje boljeg spavanja često preporučuje u kliničkoj praksi (Huang i sur., 2023), vrijeme provedbe tjelesne aktivnosti tijekom dana i njezini utjecaji na parametre spavanja, poput dužine i kvalitete, su još uvijek nerazjašnjeni s konfliktnim nalazima (Benloucif i sur., 2004; Seol i sur., 2021; Goldberg i sur., 2024). Zbog relativno visokog ekonomskog troška zdravstvene skrbi za osobe starije životne dobi s kroničnim nezaraznim bolestima i njihovim negativnim utjecajima na zdravlje (Ahmed i sur., 2023; Matovelle i sur., 2024), poticanje jeftinih opcija i implementacija zdravih životnih navika, poput tjelesne aktivnosti i njezinih učinaka na higijenu spavanja, mogu biti odlično sredstvo propagiranja koncepta 'zdravog starenja' i smanjenja stope hospitalizacije (Bull i sur., 2020).



## 1.1. Karakteristike spavanja osoba starije životne dobi

Spavanje predstavlja važnu komponentu zdravlja i blagostanja tijekom cijelog životnog vijeka. Literatura pokazuje kako se mehanizam spavanja sastoji od ukupno 5 faza: faza budnosti, ciklusi N1, N2 i N3 i REM faza (Feinberg & Floyd, 1979, Malik i sur., 2018). Faze spavanja od N1 do N3 smatraju se spavanjem bez brzih pokreta očiju (NREM), pri čemu svaka faza progresivno dovodi do sve dubljeg sna. Istraživanja su pokazala kako se otprilike 75% sna provodi u fazama NREM, a većina se provodi u fazi N2 (Malik i sur., 2018). Također, tijekom noćnog sna se pokazalo kako se spavanje sastoji od 4 do 5 ciklusa spavanja, s napredovanjem faza sna sljedećim redoslijedom: N1, N2, N3, N2, REM (Feinberg i Floyd, 1979). Vremensko trajanje potpunog ciklusa spavanja traje oko 100 minuta, te je prvo REM razdoblje relativno kratko, a produljenjem spavanja pojavljuju se duža REM razdoblja i smanjeno vrijeme dubokog sna (NREM). Epizoda spavanja počinje kratkim razdobljem prve faze (N1) NREM spavanja, te se postepeno kroz N2 i N3 proteže do REM faze spavanja (Carskadon & Dement, 2005). Važno je napomenuti, kako se spavanje, kada se parcijalizira, odnosno podijeli na faze, najviše sastoji od NREM faze, koja zauzima oko 75% do 80% cjelokupnog sna, dok se ostatak od 20% do 25% odnosi na REM fazu spavanja, koja svakim ciklusom postaje sve dulja (Carskadon & Dement, 2005). Uz REM fazu, prvom fazom (N1) započinjemo spavanje, te ona traje otprilike 1 do 7 minuta, te čini 2% do 5% ukupnog spavanja. Nakon prve faze, u drugoj fazi (N2), koja traje 10 do 25 minuta u početnom ciklusu i čini 45% do 55% epizode spavanja, započinje djelovanje aktivnosti mozga s relativno niskom voltažom i pojavljivanje K-kompleksa (Gais i sur., 2002). Nakon druge faze, dolazi treća faza (N3) spavanja, koja čini 3% do 8% ukupnog spavanja, te je okarakterizirana kao djelovanje rada mozga visoke voltaže i sporovalne aktivnosti (Carskadon & Dement, 2005). Konačno, REM faza spavanja odnosi se na fazu brzih pokreta očiju, te mišićnoj atoniji i sporim aktivnostima alfa valova (Carskadon & Dement, 2005). U ovoj fazi osoba sanja, te se u potpunosti smanjuju mišićni tonovi i refleksi (Smith & Lapp, 1991).

Fiziologija spavanja mijenja se s godinama, a mnogi poremećaji spavanja učestali su kod starijih osoba. Čak 50% starijih odraslih osoba, u usporedbi s otprilike 20% opće populacije, žali se na probleme sa spavanjem (Vitello, 2006; Li i sur., 2018a). U starijoj populaciji, veliki čimbenik koji doprinosi lošem spavanju je visoka prevalencija medicinskih i psihijatrijskih komorbiditeta uz često korištenje farmakoloških sredstava (Gamaldo i sur., 2016; Liu i sur., 2023).

Osobe starije životne dobi često se žale na probleme sa spavanjem, te ako su one trajne, mogu dovesti do dnevne pospanosti, što može dovesti do morbiditeta, kao što su oslabljena spoznaja, dezorijentiranost, delirij, i povećani rizik od padova (Stone i sur., 2014; Zhang i sur., 2021; Bock i sur., 2022). Povezanosti poremećaja spavanja s ostalim bolestima često su dvosmjerne, gdje su istraživanja pokazala, kako osobe starije životne dobi s poremećajima u spavanju imaju veću vjerojatnost za razvitkom srčano-žilnih i moždanih bolesti (Michal i sur., 2014; Ravichandran i sur., 2023), a pojedinci s poviješću ovih medicinskih poremećaja često su pod visokim rizikom od razvoja poremećaja spavanja (Stewart i sur., 2020). Poremećaj spavanja u starijih osoba često se smatra gerijatrijskim zdravstvenim stanjem, koje zahtijeva razmatranje višestrukih čimbenika rizika i sveobuhvatan pristup liječenju (Miner & Kryger, 2017; MacLeod i sur., 2018; McCarthy, 2021).

Kao dio prirodnog procesa starenja, san postaje više fragmentiran s povećanim brojem buđenja, što rezultira smanjenom učinkovitošću spavanja i ukupnim trajanjem spavanja (Landry i sur., 2015; Qin i sur., 2023). Karakteristike spavanja kod osoba starije životne dobi najčešće se očituju kroz: (1) napredno vrijeme spavanja (raniji odlazak na spavanje i vrijeme ustajanja), (2) duža latencija početka spavanja (dulje vrijeme potrebno da se zaspi), (3) kraće ukupno trajanje sna, (4) povećana fragmentacija sna (kraće vremensko trajanje spavanje s više buđenja, uzbuđenja ili prijelaza u faze lakšeg sna), (5) krhkiji san (veća vjerojatnost buđenja vanjskim osjetljivim podražajima), (6) smanjena količina dubljeg sna poznatog kao spor val spavanja (spori pokreti očiju), (7) povećano vrijeme provedeno u lakšim fazama, (8) kraći i manji broj brzih i sporih pokreta očiju u ciklusima spavanja i (9) povećano vrijeme provedeno u budnosti tijekom cijele noći (Klerman & Dijk, 2008; Conte i sur., 2014; Mander i sur., 2014; Vienne i sur., 2016).

U usporedbi s općom populacijom, osobe starije životne dobi obično ranije idu na spavanje i ranije se bude. Pomak u vremenu spavanja posljedica je cirkadijanog ritma koji se nalazi u suprahijazmatičnoj jezgri hipotalamusa. Starenje je povezano sa smanjenjem ili neispravnim radom osjetljivosti jezgre hipotalamusa na okolišne znakove, kako bi se cirkadijani ritam prilagodio prirodnom 24-satnom ciklusu dan/noć. Razine melatonina također se smanjuju s godinama i dosežu razine slične dnevnim koncentracijama, što može pridonijeti povećanoj prevalenciji poremećaja spavanja sa starenjem (Anghel i sur., 2022; Tuft i sur., 2023).

Uz značajno smanjenje razine melatonina, istraživanja su također pokazala smanjenja homeostaze sna, te smanjenje ukupnog vremena i učinkovitosti spavanja (Taillard i sur., 2021; Tracy i sur., 2022). Gore spomenute promjene povezane sa starošću uglavnom su relevantne za starije osobe koje su izvrsnog zdravlja, dok se negativne promjene povezanim sa spavanjem još izraženije kod starijih odraslih osoba s prisutnim komorbiditetima, uključujući osteoartritis, srčano-žilne bolesti, plućne poremećaje, psihijatrijske bolesti, te šećerna bolest tipa 1 i 2 (Fillenbaum i sur., 2000).

Ukupno vrijeme spavanja smanjuje se s dobi. Međutim, daljnja smanjenja ukupnog vremena spavanja povezana s dobi nisu dosljedno uočena nakon ulaska u starije dobne skupine (Grandner, 2012). U usporedbi s mladim odraslim osobama, koja u prosjeku spavaju oko 10 sati, osobe srednje životne dobi imaju prosječno vrijeme spavanja od 9 sati, dok se to smanjuje na otprilike 8 sati kod osoba starije životne dobi, te smanjenje trajanja spavanja pokazuje svoj plato nakon 60. godine života (Grandner, 2012).

Uz trajanje spavanja, često se pretpostavlja kako latencija spavanja, odnosno sposobnost ponovnog uspavljanja nakon noćnih buđenja pokazuju minimalno povećanje nakon dobi iznad 60 godina (Suzuki i sur., 2017). Međutim, rezultati prijašnjih preglednih radova i meta-analiza su pokazala, kako se latencija spavanja povećava s godinama, iako su povezanosti izrazito male (Floyd i sur., 2000; Ohayon i ur., 2004). Značajno povećanje latencije spavanja povezano s dobi pronađeno je samo između vrlo odraslih osoba. Održavanje sna i kvalitetno spavanje također su negativno povezani s dobi, smanjena sposobnost spavanja povezana je s povećanim brojem uzbuđenja i trzaja prilikom sna i duljim trajanjem buđenja nakon početka sna (Ohayon i sur., 2004; Li i sur., 2018a). Također, istraživanja su pokazala, kako se duboko (sporovalno) spavanje smanjuje s godinama u odrasloj populaciji, što dovodi do smanjenja REM faze (faza s brzim pokretima očiju) i povećanja udjela spavanja bez brzih pokreta očiju (NREM faze) (Pótári i sur., 2017).

Uz noćno spavanje, literatura je pokazala kako dnevno spavanje/drijemanje ima ponekad veće učinke na kvalitetu života osoba starije životne dobi (Furihata i sur., 2017). Naime, rezultati prijašnjih epidemioloških istraživanja sugeriraju, kako osobe starije životne dobi imaju češće faze dnevnog drijemanja i laganog odmora nego kod mlađih odraslih osoba (Buysse i sur., 1992; Yoon i sur., 2003; Furihata i sur., 2014).

Primjerice, saznanja iz populacijskih istraživanja jesu utvrdila, kako je udio starijih odraslih osoba koji drijemaju tijekom dana značajno viši (27.4%), s obzirom na mlade (11.9%) i opću populaciju (14.4%) (Milner i sur., 2009; Furihata i sur., 2017). Jedna od najčešćih odluka dnevnog drijemanja označava nadoknadu smanjenog trajanja noćnog spavanja vraćanje energije i smanjenje dnevne pospanosti, te mogućnost opuštanja i relaksacije (Zhang i sur., 2020). Kod osoba starije životne dobi, proces dnevnog drijemanja također se odvija zbog određenih bioloških ili društvenih promjena, poput manjka tjelesnih ili drugih aktivnosti, te imaju više vremena za drijemanje od mlade ili opće populacije (Foley i sur., 2007). Dnevno spavanje povezano je s povećanom dnevnom pospanošću, te su istraživanja pokazala, kako je prevalencija učestale dnevne pospanosti kod osoba starije životne dobi oko 20 %, te može negativno utjecati na tjelesno funkcioniranje, kognitivno smanjenje i povećanje rizika od srčano-žilne smrtnosti (Chasens i sur., 2007; Empana i sur., 2009; Jaussent i sur., 2012).

Karakteristike spavanja kod osoba starije životne dobi se značajno razlikuju od osoba mlađe životne dobi (Li i sur., 2018a), pogotovo u parametrima smanjenog trajanja noćnog spavanja, smanjene učinkovitosti spavanja, kraćeg spavanja tijekom trajanja REM faze i smanjenje kvalitete sna, dok se broj buđenja (ponekad se taj poremećaj naziva 'faza nemirnih nogu'), budnost nakon spavanja i učestalost dnevnog drijemanja povećavaju s dobi. Međutim, većina tih promjena prestaje otprilike u 60. godini života, te ostaje pretežito nepromijenjena tijekom starije dobi.

## 1.2. Fiziologija spavanja

Promjene u karakteristikama spavanja, koje su naročito naglašene kod osoba starije životne dobi mogu se objasniti s nekoliko fizioloških mehanizama, poput lučenja hormona rasta, kortizola, i melatonina (Li i sur., 2018a). Lučenje hormona rasta utječe na sporovalno spavanje, u smislu nelinearnog pulsiranja tijekom noćnog spavanja i smanjuje se tijekom prolaznih buđenja (Van Cauter i sur., 1992). Naime, pad noćnog lučenja hormona rasta s povećanjem starenja može imati izravan ili neizravan utjecaj na spavanje u REM fazi, što direktno dovodi do poremećaja u kvaliteti sna.

Uz lučenje hormona rasta, izlučivanje kortizola ima jasan cikadijalni obrazac, koji doseže vrhunac ubrzo nakon jutarnjeg buđenja, postupno opada tijekom dana i doseže najnižu razinu u kasnim večernjim satima, a zatim raste prema jutru (Copinschi & Caufriez, 2013). Sporovalno spavanje inhibira izlučivanje kortizola, što tijekom spavanja može dovesti do iznenadnih buđenja (Caufriez i sur., 2002). Cirkadijalni ritam kortizola mijenja se sa starenjem, što se očituje smanjenom cirkadijanom amplitudom, te povišenom noćnom razinom kortizola, što može doprinijeti smanjenom sporovalnom spavanju i čestim buđenjima tijekom noćnog spavanja kod starijih osoba (Heffner, 2011).

Uz lučenje hormona rasta i kortizola, melatonin je jedan od glavnih čimbenika regulacije spavanja, pogotovo kod osoba starije životne dobi (Li i sur., 2018a; Anghel i sur., 2022). Tijekom dana, profil melatonina primarno je reguliran svjetlom i ciklusom spavanja i budnosti (Anghel i sur., 2022; Tuft i sur., 2023). Melatonin normalno ostaje stabilan na niskoj razini tijekom dana, počinje progresivno rasti navečer (2 sata prije uobičajenog odlaska na spavanje) i ostaje povišen tijekom sredine razdoblja spavanja, a zatim postupno pada na svoju dnevnu razinu ujutro (između 8 i 9 sati ujutro) (Copinschi & Caufriez, 2013). Početak večernje pospanosti je povezano s porastom večernjeg lučenja melatonina. Sveukupno lučenje melatonina smanjuje se sa starenjem, ali dnevni melatonin (koji je već na niskoj bazalnoj razini) može ostati nepromijenjen, bez obzira na dob. Povišenje noćnog melatonina kod starijih odraslih osoba značajno je smanjeno u usporedbi s mladim odraslim osobama, te smanjenje lučenja melatonina povezano s dobi pridonosi povećanom poremećaju spavanja kod starijih odraslih osoba (Zeitzer i sur., 2007; Anghel i sur., 2022; Tuft i sur., 2023).

Uz gore-navedene fiziološke promjene, osobe starije životne dobi imaju drugačiji raspored spavanja, koji se javlja zbog viška slobodnog vremena. Naime, uz fleksibilniji raspored, osobe starije životne dobi imaju više vremena za drijemanje tijekom dana te su karakteristike njihovi aktivnosti tijekom dana primarno sedentarnog tipa sa smanjenom razinom tjelesne aktivnosti. (Zantinge i sur., 2014). Ovi čimbenici utječu i na homeostazu spavanja i cirkadijanu regulaciju, što može pridonijeti poremećajima spavanja (Li i sur., 2018a).

### 1.3. Tjelesna aktivnost osoba starije životne dobi

Uloga tjelesne aktivnosti dobro je utvrđen čimbenik životnog stila, koji pozitivno djeluje kao metoda prevencije od nezaraznih bolesti i terapije nakon koštano-mišićnih ili mentalnih oboljenja (Izquierdo i sur., 2021). Dosadašnja literatura naglašava kako su viša razina tjelesne aktivnosti i adekvatan unos bjelančevina, ugljikohidrata i masti sastavni dio održavanja zdravlja i dobrobiti u svim životnim dobima (Fried i sur., 2021). Nadalje, budući da su učinci tjelesne aktivnosti pokazali pozitivne učinke na zdravlje, neovisno o geografskoj regiji ili izučavanom uzorku ispitanika, intervencije koje uključuju tjelesnu aktivnost su se pokazale boljima, nasuprot farmakoloških intervencija koje djeluju na pojedinačne organske sustave (Fried i sur., 2021).

Iako su smjernice za bavljenje tjelesnom aktivnošću dobro poznate, a one uključuju bavljenje tjelesnom aktivnošću umjerenog intenziteta minimalno 150 minuta tjedno, ili 75 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta ili ekvivalentna kombinacija tjelesne aktivnosti oba intenziteta (Centers for Disease Control and Prevention, 2023), one su uglavnom usredotočene na prevenciju patologija, s ciljevima koji se često ne postižu, osobito u starijih odraslih osoba. S druge strane, Smjernice Svjetske zdravstvene organizacije iz 2020. o tjelesnoj aktivnosti i sjedilačkom ponašanju sugeriraju da bi se svaki tjedan, kao što se preporučuje svim odraslim osobama, osobe u dobi od 65 godina trebale baviti 150 – 300 minuta tjelovježbe umjerenog intenziteta, ili 75 – 150 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta, ili nekom ekvivalentnom kombinacijom umjereno aerobna tjelesna aktivnost intenzivnog i jakog intenziteta, a dva ili više dana provoditi aktivnosti za jačanje mišića (npr. trening snage i otpora) (World Health Organization, 2020). Također, neka istraživanja naglašavaju primjenu višekomponentnog treninga koji naglašava provođenje aerobnog treninga, treninga ravnoteže i fleksibilnosti, te treninga snage umjerenog ili visokog intenziteta tri ili više puta tjedno (Cadore i sur., 2014).

Budući da se tjelesna aktivnost definira kao bilo koji tjelesni pokret koji proizvode mišići koji rezultira utroškom energije veće od one u mirovanju (Caspersen i sur., 1985), ona najčešće obuhvaća tjelovježbu, sport i tjelesne aktivnosti koje se izvode kao dio svakodnevnog života, zanimanja, slobodnog vremena ili aktivnog prijevoza.

Tjelesna aktivnost predstavlja životni čimbenik, koji može štititi od nezaraznih bolesti kao što su srčano-žilne bolesti, moždani udar, dijabetes i neke vrste raka (World health organization, 2018), a također su istraživanja pokazala, kako zadovoljenje preporuka za bavljenje tjelesnom aktivnošću može biti povezana s poboljšanim mentalnim zdravljem (Schuch i sur., 2016; Mahindru i sur., 2023), smanjenje incidencije demencije (Livingston i sur., 2017; Iso-Markku i sur., 2022) i poboljšanom kvalitetom života i cjelokupnog blagostanja (Marquez i sur., 2020). Iz gore navedenih dokaza, zdravstvene prednosti tjelesne aktivnosti često su istraživane u dosadašnjim istraživanjima, te dobro dokumentiraju povezanost više razine tjelesne aktivnosti i poboljšanim zdravstvenim statusom (Musich i sur., 2017).

Poboljšanja mentalnog zdravlja, emocionalnog, psihološkog i socijalnog blagostanja te kognitivnih funkcija također su povezana s redovitim bavljenjem s tjelesnom aktivnosti. Iako su dobrobiti tjelesne aktivnosti dobro poznate, razina tjelesne aktivnosti među starijim odraslim osobama često ostaje ispod preporučenih preporuka Svjetske zdravstvene organizacije od 150 minuta na tjednoj bazi (Boulton i sur., 2018; World Health Organization, 2020). Pretpostavlja se kako je prevalencija osoba starije životne dobi, koje zadovoljavaju preporuke bavljenja tjelesnom aktivnošću između 21.0% i 22.0%, što znači kako svaka peta osoba iznad 65 godina zadovoljava tjedne preporuke (Sun i sur., 2013; Keadle i sur., 2016; Langhammer i sur., 2018).

Jedna od najčešćih posljedica nedovoljne tjelesne aktivnosti kod osoba starije životne dobi jest promjena sastava tijela, u smislu povećanja masne mase i smanjenja mišićne i koštane mase, što može dovesti do većeg rizika od padova i pojave sarkopenije. Sarkopenija se definira kao niska mišićna masa u kombinaciji s niskom mišićnom snagom i/ili niskom tjelesnom izvedbom (Giné-Garriga i sur., 2014). Zato ne čudi kako se tjelesna aktivnost preporučuje kao nefarmakološko sredstvo za poboljšanje tjelesne i mentalne izvedbe, te povećanje socijalne komponente, s ciljem obavljanja svakodnevnih aktivnosti bez poteškoća i održavanje dugovječnost življenja (Lopez i sur., 2018; Zhao i sur., 2022).

Sudjelovanje u redovitoj tjelesnoj aktivnosti prema definiranim preporukama može pozitivno utjecati na održavanju kvalitete života, zdravlja i tjelesne funkcije te smanjenju padova (Gillespie i sur., 2012) među starijim osobama općenito, a posebno kod starijih osoba s određenim specifičnim morbiditetima.



Povećana pažnja na odnos između tjelesne aktivnosti i njezine poveznice s kvalitetom života u starijih osoba tijekom posljednjeg desetljeća odražava se u nedavnom preglednom radu, koji je pokazao kako je umjerena razina tjelesne aktivnosti s dodatnim sadržajima aerobnih vježbi, vježbi istezanja i vježbi jačanja imala pozitivan učinak na aktivnosti u svakodnevnom životu, naglašavajući važnost tjelesnog, mentalnog i socijalnog blagostanja (Roberts i sur., 2017). Radi kvalitetnijeg starenja, dosadašnja su istraživanja potvrdila kako je primjena različitih vrsti treninga s drugačijim trajanjem vježbi, oporavkom i pravilnom prehranom bitna sastavnica za optimiziranje mišićno-koštanih kapaciteta osoba starije životne dobi (McGuire i sur., 2001), te funkcioniranje viših središta središnjeg živčanog sustava (Daly i sur., 2015).

Slično farmakološkim terapijama, koja su još uvijek 'prvo sredstvo obrane' protiv raznih bolesti, tjelesna aktivnost pokazala se kao dobra zamjena lijekovima u smislu očuvanja zdravlja i pozitivnog djelovanja na zdravlje, pogotovo kod osoba starije životne dobi (Vina i sur., 2012). Međutim, inter-individualna varijabilnost i heterogenost odgovora na određene intervencije u promjenama zdravlja i poboljšanjima u zdravstvenim ishodima postoje za neke (ali sigurno ne sve) bolesti i sindrome. Nekoliko vrsta ili doza tjelovježbe koje se preporučuju za starije odrasle osobe (npr. lagana tjelovježba i hodanje polaganim tempom) imaju malo ili nimalo vidljivog učinka na tjelesno zdravlje, ali mogu pružiti dobrobiti u područjima intrinzičnih sposobnosti motivacije, održavanja tjelesne aktivnosti, te povećanja vitalnosti. Nedostatak fiziološkog odgovora na vježbanje za jedan ishod ne znači nedostatak odgovora na sve ishode. Nažalost, primjena tjelesne aktivnosti na određenu populaciju, pogotovo kod osoba starije životne dobi, može izazvati veliku heterogenost i nemogućnost uopćavanja učinaka određene vrste aktivnosti na zdravlje pojedinca. Individualne interakcije između fizioloških, molekularnih i okolišnih čimbenika istražuju se kao potencijalni posrednički čimbenici koji objašnjavaju nedostatak odgovora na tjelovježbu kod nekih pojedinaca (Whipple i sur., 2018; Erickson i sur., 2023), što može dovesti do velike individualnosti između ispitanika, pogotovo u istraživanjima testiranima na malim uzorcima.

#### 1.4. Utjecaj tjelesne aktivnosti na karakteristike spavanja

Loša kvaliteta sna i trajanje spavanja kod starijih odraslih osoba očituje se kroz nesanicu, poremećajima u spavanju i produženoj budnosti koje karakteriziraju poteškoće u započinjanju ili održavanju sna, te su najčešće propisani lijekovi protiv problema sa spavanjem (Abad i sur., 2018). Vrsta lijekova koji se obično koriste za liječenje nesаницe uključuju benzodiazepine zolpideme, koji mogu imati štetne učinke na zdravlje pojedinca, pogotovo u području kognitivnih oštećenja i oštećenja pamćenja, te mogu izazvati povratnu nesanicu nakon prestanka uzimanja lijeka i povećan rizik od ovisnosti i nesаницe (Van Gastel, 2018). Stoga ti lijekovi često nisu prikladni za upotrebu u starijih osoba zbog nepovoljnog omjera rizika i koristi (Abad i sur., 2018), te brzog navikavanja i stvarana ovisnosti, te mijenjanja kemijskog sastava strukture mozga (Kobayashi i sur., 2021). U današnje vrijeme, mogućnosti liječenja problema sa spavanjem uključuju češće farmakološke od ne-farmakoloških pristupa (Chong i sur., 2013). Iako se mogućnosti farmaceutskog liječenja često propisuju starijim osobama (Chong i sur., 2013), one mogu uzrokovati nuspojave i nisu uvijek učinkovite ili dugoročno sigurne (Yang i sur., 2012; Lie i sur., 2015). Prema dosadašnjim istraživanjima, ne-farmakološke mogućnosti liječenja su poželjan prvi izbor liječenja problema sa spavanjem, kao što je tjelesnu aktivnost (Gooneratne & Vitiello i sur., 2014; Milne & Elkins, 2017; ).

Postoji određeni broj dokaza pozitivnog utjecaja intervencija tjelesne aktivnosti na kvalitetu i strukturu spavanja, pogotovo kod osoba starije životne dobi ((Benloucif i sur., 2004; Reid i sur., 2010; Holfeld & Ruthig i sur., 2014; Tsunoda i sur., 2015; Varrasse i sur., 2015; Sahin, 2017; Li i sur., 2018b; Morelhão i sur., 2019; Sullivan Bisson i sur., 2019; D'Aurea i sur., 2019; Vanderlinden i sur., 2020; Kahn i sur., 2021; Seol i sur., 2021a; Seol i sur., 2021b; Wang & Boros, 2021; Vogel i sur., 2021; Saidi i sur., 2021; Seol i sur., 2022; Silva i sur., 2022; Solis-Navarro i sur., 2023; Monteiro i sur., 2023; Huang i sur., 2023; Bjornsdottir i sur., 2024). što naposljetku može dovesti do smanjene upotrebe lijekova za spavanje (Tworoger i sur., 2003).

Međusobna povezanost tjelesne aktivnosti i spavanja ima dodatne učinke na kvalitetu života osoba starije životne dobi. Kako je navedeno, tjelesna aktivnost u različitim modovima i niskom-umjerenim intenzitetima se već dugo vremena povezuje s kvalitetnijim spavanjem, prikupljajući tako dokaze o djelovanju tjelesne aktivnosti kao jeftine, ne-farmakološke opcije u liječenju poremećaja spavanja (Vanderlinden i sur., 2020; Silva i sur., 2022; Solis-Navarro i sur., 2023).

Dosadašnja su istraživanja pokazala kako intervencija tjelesne aktivnosti može imati blagotvorne učinke na poboljšanje i bolju učinkovitost spavanja, te smanjenje broja aktivnih razdoblja i budnosti (Monteiro et al., 2023). Nadalje, isto je istraživanje utvrdilo kako različiti intenziteti tjelesne aktivnosti mogu biti pozitivno povezani s dobrom kvalitetom sna i spavanjem po noći (Monteiro et al., 2023). Starije osobe koje su zadovoljile preporuku od najmanje 150 minuta umjerene do snažne tjelesne aktivnosti imale su 1.2 puta veću vjerojatnost da će imati bolju kvalitetu sna, a starije odrasle osobe koje su redovito hodale imale su 1.2 puta veću vjerojatnost da će spavati dovoljno po noći (Monteiro et. al., 2023). Međutim, u drugim je istraživanjima dobiveno, kako je visoka razina tjelesne aktivnosti mjerena uz pomoć skale tjelesne aktivnosti za osobe starije životne dobi može biti negativno povezana s kvalitetom sna: smanjuje cjelokupnu kvalitetu sna, produžuje latenciju spavanja, skraćuje trajanje spavanja, smanjuje učinkovitost sna i povećava disfunkciju spavanja kroz nemirna razdoblja po noći i povećanim uzimanjem farmakoloških sredstava (Liu i sur., 2018). S druge strane, neka istraživanja nisu potvrdila povezanosti između tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja, najčešće zbog malog uzorka i metodoloških ograničenja prilikom prikupljanja podataka (Vogel i sur., 2021).

Kod osoba starije životne dobi, određeni su intenziteti pokazali kako sporo hodanje od 0.7 m/s ima tendenciju umjerenog do visokog intenziteta (Hall i sur., 2013), te se za procjenu tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja moraju koristiti i subjektivne i objektivne mjere, radi postizanja cjelokupne slike i boljeg razumijevanja međusobnih odnosa (Vogel i sur., 2021). U drugom poprečno-presječnom istraživanju također nije došlo do značajne povezanosti između subjektivno procijenjene razine tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja kod osoba starije životne dobi (Sahin, 2017). Iako je nekolicina istraživanja htjela utvrditi povezanosti između tjelesne aktivnosti i spavanja kod osoba starije živote dobi, saznanja iz poprečno-presječnog dizajna ne mogu se generalizirati i utvrditi kauzalne povezanosti između konstrukata.

Metodološki jača longitudinalna istraživanja, iako malobrojna (Reid i sur., 2010; Holfeld & Ruthig i sur., 2014; Tsunoda i sur., 2015; Sullivan Bisson i sur., 2019; Seol i sur., 2021; Seol i sur., 2022; Bjornsdottir i sur., 2024), pokazala su kako tjelesna aktivnost može imati pozitivne učinke na kvalitetu i povećanje trajanja spavanja, neovisno o intenzitetu tjelesne aktivnosti (Seol i sur., 2022). Također se pokazalo kako umjereno-niska, umjereno-visoka i visoka razina tjelesne aktivnosti utječu na nedovoljno spavanje (Tsunoda i sur., 2015).

Jasnije rečeno, bavljenjem umjerene-visoke i visoke razine tjelesne aktivnosti, incidencija nedovoljnog sna može se smanjiti za 19% i 17% kod osoba starije životne dobi, dok kod umjereno-niskog intenziteta tjelesne aktivnosti, ona se smanjuje za 42% kod vrlo starih osoba (Tsunoda i sur., 2015). Uz višu razinu tjelesne aktivnosti, nedavno istraživanje Seola i sur. (2021) je utvrdilo, kako kombinirani učinci tjelesne aktivnosti i socijalnog uključenja može smanjiti incidenciju poremećaja u spavanju za otprilike 20% i 40%, s obzirom na grupu s niskom razinom tjelesne aktivnosti i socijalne uključenosti. Tjelesna aktivnost kod osoba koje su stalno tjelesno aktivne ima značajne pozitivne i zaštitne učinke na probleme prilikom spavanja, dok osobe koje su bile aktivne, a odustale od bavljenja tjelesnom aktivnošću ili koje se nikada nisu bavile tjelesnom aktivnošću nemaju značajne promjene kvalitete spavanja (Bjornsdottir i sur., 2024).

Općenito, nekoliko preglednih radova i meta-analiza htjelo je pokazati učinke tjelesne aktivnosti na higijenu spavanja (Vanderlinden i sur., 2020; Klein i sur., 2021; Silva i sur., 2022; Solis-Navarro i sur., 2023). U nedavnom preglednom radu Vanderlindena i sur. (2020), glavni nalazi na uključenih 14 istraživanja, s kumulativnim uključenjem randomiziranih kontroliranih istraživanja i istraživanja prije testiranja i nakon testiranja usmjerenih na programe vježbanja za starije osobe za poboljšanje sna su pokazali, kako programi vježbanja pozitivno utječu na različite aspekte sna kod zdravih starijih odraslih osoba. Točnije, programi vježbanja umjerenog intenziteta, s učestalošću od tri puta tjedno i trajanje od 12 tjedana do 6 mjeseci, pokazao se najučinkovitiji s najvećim brojem značajnih poboljšanja u različitim ishodima spavanja kod starijih osoba. Nadalje, programi koji su nudili pojedinačne vrste vježbi, kao što su baduanjin trening, tai chi i program joge ili kombinacija vježbi pokazali su najviši udio značajnih promjena kvalitete spavanja. U preglednom radu i meta-analizi Solis-Navarra i sur. (2023), rezultati su pokazali kako tjelesna aktivnost poboljšava kvalitetu spavanja, pogotovo kod zdravih odraslih osoba, gdje se pokazalo kako tjelesna aktivnost naročito pozitivno utječe na smanjenje insomnije (Inoue i sur., 2013).

Međutim, novija istraživanja ukazuju da loše spavanje može imati udjela u niskoj razini tjelesne aktivnosti pretpostavljajući dvosmjernu relaciju između tjelesne aktivnosti i spavanja (Kline, 2014). Wang & Boros (2019) istraživali su učinak intenziteta tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja i ustanovili da najbolje učinke ima umjerena tjelesna aktivnost, kako kod mlađih, tako i kod osoba starije životne dobi.

U sustavnome prikazu i meta-analizi učinka tjelesne aktivnosti na kvalitetu spavanja, tjelesna aktivnost pokazala je pozitivan učinak kod pacijenata koji su imali nesanicu (Banno i sur., 2018). Međutim, u istom je istraživanju samo jedno uključeno istraživanje htjelo utvrditi učinke tjelesne aktivnosti preporučene smjernicama za osobe starije od 60 godina. Svaka druga starija osoba ima poremećaj spavanja, koji se negativno odražava na dnevne aktivnosti, tjelesno i mentalno zdravlje (Vanderlinden i sur., 2020). Iako je generalno potvrđena pozitivna učinkovitost tjelesne aktivnosti na kvalitetu spavanja, određene metodološke karakteristike i ograničenja dosadašnjih istraživanja, u smislu korištenja subjektivnih (dnevnici, upitnici) nasuprot objektivnih metoda (polisomnografija, akcelerometrija), nemogućnost definiranja različitih intenziteta tjelesne aktivnosti i njihov parcijalni utjecaj na određene komponente spavanja, te utvrđivanje doba dana za bavljenje tjelesnom aktivnošću (jutarnja nasuprot popodnevna/večernja tjelesna aktivnost) su potrebna, kako bi se mogli dati zaključci o prirodi tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja i njihove međusobne povezanosti, odnosno učinci. Uz dosadašnje naglašavanje korištenja objektivnih metoda za analizu tjelesne aktivnosti i njezinih različitih intenziteta, te kvalitete spavanja u različito doba dana, primjena točno specifičnih intervencija za populaciju osoba starije životne dobi pomoći će utvrđivanju najvećih pozitivnih učinaka na spavanje, s ciljem nastavljanja bavljenja redovnom razinom tjelesne aktivnosti i njezinim utjecajem na arhitekturu spavanja.

## 1.5. Problem istraživanja

Iz područja ispitivanja učinka tjelesne aktivnosti na spavanje u starijih ljudi nema mnogo radova i dosta je segmenata neistraženo. Iako određena istraživanja naglašavaju povezanosti tjelesne aktivnosti s trajanjem i dužinom spavanja (Štefan i sur., 2018a; 2018b), manji broj istraživanja je htio utvrditi utjecaje tjelesne aktivnosti na kvalitetu i arhitekturu spavanja kod osoba starije životne dobi. U Hrvatskoj, a i šire u svijetu, jedna od istaknutijih skupina znanstvenika jesu Štefan i sur. (2018a; 2018b). Odnosom kvalitete spavanja s tjelesnom aktivnošću u starijih osoba korisnika domova za stare i nemoćne u gradu Zagrebu ukazali su na korelaciju između umjerene tjelesne aktivnosti i kvalitetnoga sna u trajanju od 7 do 8 i više sati (Vanderlinden i sur., 2020). S obzirom na to da se većina osoba starije životne dobi žali na probleme spavanja, ovo je istraživanje veoma bitno jer ukazuje na važnost tjelesne aktivnosti na zdravlje i kvalitetu sna osoba u ovoj dobi. Druga publikacija Štefana i sur. ispitivala je odnos samoprocjene zdravstvenog stanja i kvalitete spavanja kod pojedinaca starije životne dobi (Štefan i sur., 2018a). Predugo i prekratko spavanje pokazali su povezanost s lošom samoprocjenom zdravstvenoga stanja, te je istaknuta potreba intervencija higijene spavanja kod starijih ljudi (Štefan i sur., 2018b). Nažalost, jedna od glavnih ograničenja istraživanja je njegov poprečno-presječni dizajn, koji ne može odgovoriti na pitanje o kauzalnosti i utjecaju određene intervencije tjelesne aktivnosti na kvalitetu spavanja, te u kojoj mogućnosti ista može biti implementirana unutar sustava. Druga su istraživanja pokazala da se samoprocjena zdravstvenoga stanja općenito može koristiti kao instrument za procjenu subjektivnoga stanja zdravlja pojedinaca (Wu i sur., 2013), te da samoprocjena zdravstvenoga stanja koristi i za predviđanje objektivnoga stanja zdravlja pojedinaca (Solikhah i sur., 2017). U navedenom istraživanju ispitivani su odnos higijene spavanja i kvalitete sna kod osoba starije životne dobi u domu u Indoneziji. Prednost je ovoga istraživanja što uzima u obzir učinak higijene spavanja te ima kontrolnu i eksperimentalnu grupu. Kvaliteta spavanja u kontrolnoj grupi prije bila je ista, dok se u eksperimentalnoj grupi značajno promijenila nakon pozitivnih promjena u higijeni spavanja (kroz period od 30 dana), što je uključivalo izbjegavanje alkohola, kofeina i lijekova za spavanje 4 do 6 sati prije spavanja, izbjegavanje spavanja tijekom dana te prisutnost blage fizičke aktivnosti poput kućnih poslova. Ovo je istraživanje jako zanimljivo jer potvrđuje ranija istraživanja koja povezuju higijenu spavanja s kvalitetom sna kod odraslih općenito, a zaključci pozivaju potrebu replikacije rezultata kod osoba starije životne dobi (Solikhah i sur., 2017).

Isto tako, malo je kvalitetnih studija koje su ispitivale učinak vremena vježbanja na kvalitetu spavanja u bilo kojoj populaciji. Uglavnom je taj učinak ispitivan u odraslih ljudi. Neke su od studija ukazivale na negativan učinak vježbanja u popodnevnim satima, dok su neke imale povoljan učinak. Recentna publikacija Burgessa i sur. (2020) nije pokazala razliku između dopodnevnoga i popodnevnoga učinka, kao ni razliku između različitih intenziteta tjelesne aktivnosti kod odraslih osoba. Prema pretraženoj literaturi, takva usporedba nije rađena kod starijih ljudi. Isto tako, nisu rađene usporedbe učinka tjelesne aktivnosti i drugih ne-farmakoloških mjera poput higijene spavanja kod starijih ljudi.

Temeljem pregleda literature, postoji relativno mali broj istraživanja, koja su koristila subjektivne i objektivne metode procijene kvalitete spavanja, uz primjenu intervencije tjelesne aktivnosti. S druge strane, vrijeme tijekom dana, kada se tjelesna aktivnost provodi i njezini drugačiji učinci na kvalitetu spavanja je još uvijek nedovoljno istraženo, pogotovo kod osoba starije životne dobi. Radom se nastoji doprinijeti boljem razumijevanju dosadašnjih znanstvenih spoznaja učinka tjelesne aktivnosti i higijene spavanja na kvalitetu sna kod starijih osoba u institucionalnoj skrbi. Znanstveni doprinos se ogleda u činjenici da se po prvi put ispituje utjecaj umjerene do snažne tjelesne aktivnosti u različitim vremenskim točkama na kvalitetu sna u starijih osoba uz istodobnu analizu doprinosa higijene spavanja. Tjelesna aktivnost u sprezi s kvalitetom sna ponajmanje se istražuje u populaciji starijih osoba, te će ovi rezultati ujedno pomoći jasnijem razumijevanju učinka različitih oblika ne-farmakoloških metoda unapređenja kvalitete sna starijih osoba. Temeljem dobivenih rezultata bit će moguće kreirati znanstveno utemeljene smjernice za razvoj programa ne-farmakološke podrške starijim osobama u institucionalnoj skrbi, ali i izvaninstitucionalno širenjem primjera dobre prakse. Smanjenje potrošnje hipnotika povezanih s brojnim nuspojavama, te poboljšanje kvalitete života starijih osoba bit će dodatni poticaj budućim istraživačima u teorijskoj razradi koncepta kvalitete spavanja, posebice u starijoj dobi.

## 2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

**Opći cilj** ovoga istraživanja jest utvrditi učinak intervencija u trajanju od 4 tjedna (dopodnevne i popodnevene tjelesne aktivnosti, te tečaja higijene spavanja) na tjelesnu aktivnost i kvalitetu spavanja u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.

Opći cilj ovoga istraživanja može se raščlaniti na četiri specifična cilja: ispitati kvalitetu spavanja pomoću PSQI upitnika prije i nakon intervencije; istražiti učinak tjelesne aktivnosti na kvalitetu sna kod starijih osoba; utvrditi učinak tečaja higijene spavanja na kvalitetu sna kod starijih osoba, te usporediti učinke različitih intervencija na kvalitetu sna kod starijih osoba.

Istraživačke hipoteze vezane za specifične ciljeve glase:

**H1** – Kvaliteta spavanja bit će bolja nakon provedenih intervencija u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.  $P < 0.05$

**H2** – Tjelesna aktivnost pozitivno će djelovati na kvalitetu sna starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.  $P < 0.05$

**H3** – Provođenje tečaja higijene spavanja pozitivno će djelovati na kvalitetu sna u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.  $P < 0.05$

**H4** – Tjelesna aktivnost (dopodnevna, popodnevna) imaju isti učinak na kvalitetu sna kao i tečaj higijene spavanja u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.  $P > 0.05$



### **3. METODE**

#### **3.1. Uzorak ispitanika**

U ovome je istraživanju sudjelovalo 108 ispitanika, korisnika domova za starije i nemoćne: Dom za starije osobe Sveta Ana, Dom za starije osobe Sveti Josip, Dom za starije osobe Maksimir u dobi od 65. do 74. godine, pokretnih, koji se mogu baviti tjelesnom aktivnošću. Telefonski i e-poštom su se kontaktirali ravnatelji doma te se zatražila suglasnost o istraživanju u ustanovi. Od Etičkoga se povjerenstva zatražilo odobrenje za istraživanje. Nakon dobivenih suglasnosti zatražila se i konačna suglasnost svakog ispitanika. Anonimnost sudionika bila je u potpunosti zajamčena.

#### **3.2. Prikupljanje podataka**

Istraživanje je provedeno shodno epidemiološkoj situaciji u svezi pandemije COVID-19. Provođenje intervencija trajalo je 4 tjedna. Na inicijalnom testiranju, u trajanju oko 30 minuta, prikupili su se podaci o kvaliteti spavanja. Podatke je prikupljalo 6 anketara. Tjelesna aktivnost mjerila se akcelerometrom na zglobu nedominantne ruke u trajanju od tjedan dana. Intenzitet aktivnosti pratio se provođenjem testa razgovora („talk testa“). Montrealska skala kognitivne procjene (MOCA) koristila se za inicijalno utvrđivanje kognitivnog razmišljanja i rješavanja određenih zadataka, radi definiranja možebitnog kognitivnog poremećaja i nemogućnost provedbe istraživanja (Nassredine i sur., 2005).

#### **3.3. Kvaliteta spavanja**

Kvaliteta spavanja istražila se putem *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) upitnika. Upitnik se sastoji od 19 pitanja koja odražavaju sedam glavnih komponenti kvalitete sna: subjektivna kvaliteta sna, latencija spavanja (koliko treba da ispitanik zaspe), trajanje sna, učinkovitost spavanja (postotak vremena u krevetu koje ispitanik provodi spavajući), poteškoće u spavanju, upotreba lijekova i dnevna disfunkcija. Upitnik mjeri kvalitetu spavanja u vremenskom razdoblju od jednog mjeseca. Ispitanik odgovara na pojedinačna pitanja o kakvoći na ljestvici od 0 – 3 (3 je najgore moguće, 0 najbolje).

Na temelju rezultata 19 zadanih pitanja daje se ocjena za svaku od sedam komponenti s rasponom od 0 do 3. Svih se sedam komponenti zbrajaju kako bi se dobio jedan opći rezultat na ljestvici od 0 do 21. Viši rezultat označava lošiju kvalitetu spavanja.

Od autora je zatražena i dobivena suglasnost za korištenjem hrvatske verzije PSQI-HR upitnika (Koščec Bjelajac i sur., 2019). Koeficijent pouzdanosti upitnika na uzorku u ovom istraživanju je bio zadovoljavajuća (Cronbachova alfa = 0.66), što je slično s prijašnjim saznanjima (Cronbachova alfa = 0.67; Koščec Bjelajac i sur., 2019).

### **3.4. Karakteristike tjelesne aktivnosti i spavanja mjerene akcelerometrijom**

Sudionici su nosili GENEActiv monitor (Activinsights Ltd, Cambridge, UK) na svojem zglobu nedominantne ruke, kao što je rađeno u prijašnjim istraživanjima (Duncan i sur., 2019). Iako je inicijalni projekt naglasio nošenje akcelerometara na zglobu gležnja, ispitanicima je bilo udobnije i komotnije nositi uređaj na nedominantnom zglobu ruke, jer nekim ispitanicima narukvice nisu išle na gležanj, te su određeni ispitanici imali kožna oboljenja i koštane malformacije, koje su onemogućavale nošenje uređaja. GENEActiv je akcelerometar koji se sastoji od tri osi, te ima seizmički senzor ubrzanja, koji je malen (36 x 30 x 12 cm), lagan (16 g), vodootporan i nudi podatke za tjelesnu temperaturu kako bi se poboljšala potvrda energetske potrošnje i vremena bez nošenja. Istraživanja su pokazala jaku korelaciju između GENEActiv monitora i neizravne kalorimetrije (Pearsonov  $r = 0.79$  do  $0.98$ ) za vrijeme provedeno u sedentarnim ponašanjima. Monitori su nošeni tijekom razdoblja testiranja u trajanju od 7 dana. GENEActiv prethodno je detaljno opisan (Esliger i sur., 2011) i jedan je od najčešće korištenih akcelerometara za procjenu tjelesne aktivnosti, sedentarnih ponašanja i karakteristika spavanja (Clark i sur., 2018). GENEActiv je odabran jer nudi tri osi neobrađene akcelerometrije koja se može nositi na više mjesta na tijelu, dok druge marke akcelerometara obično zahtijevaju softver za naknadnu obradu za analizu sirovih podataka. GENEActiv je postavljen na snimanje od 80Hz. Za utvrđivanje intenziteta tjelesne aktivnosti, koristila se procjena posture tijela i pozicija ruke na kojoj je postavljen monitor. Ukoliko su zabilježene visine veće od 15 stupnjeva ispod vodoravne ravnine, znači da je zglob podignut, a ako je pozicija ruke ispod 15 stupnjeva od vodoravne razine, to ukazuje na sjedeći ili ležeći položaj. Kada je GENEActiv manji od 15 stupnjeva ispod horizontale, to znači da ruka visi okomitije i definira stojeću poziciju. Gdje je razina aktivnosti umjerena ili snažna, držanje se klasificira kao stajanje bez obzira na podignuti zglob (Rowlands i sur., 2014).

Različiti intenziteti tjelesne aktivnosti definirani su kroz metaboličke jedinice (MET), gdje jedan MET označava utrošak kisika od 3.5 mL/kg/min za prosječnu osobu. S obzirom na uzorak osoba starije životne dobi u ovom istraživanju, prijašnja istraživanja jesu pokazala kako se MET vrijednosti prikazuju kao aritmetičke sredine i kategoriziraju kao sedentarno ponašanje (<1.5 MET-a), te niska (1.5-2.99 MET-a), umjerena (3.0 -5.99 MET-a) i visoka ( $\geq 6$  MET-a) razina tjelesne aktivnosti (Copeland & Eslinger, 2009). Na kraju se umjerena-do-visoka razina tjelesne aktivnosti uzela kao utrošak energije  $\geq 3$  MET-a (Duncan i sur., 2019).

### **3.5. Protokol testiranja**

Ispitanici su bili podijeljeni u 3 skupine po 36 ispitanika (1 skupina po domu prema slučajnom odabiru svakog doma), dok su se ispitanici unutar doma odabrali prigodnim postupkom onih, koji su htjeli sudjelovati u istraživanju. Na temelju rezultata ranijeg istraživanja (Taleghani i sur., 2016) i formule za izračunavanje veličina uzoraka za usporedbu 2 srednje vrijednosti, bilo je potrebno 18 slučajeva za svaku studijsku skupinu. Ipak, veličina uzorka povećana je na 36 za svaku skupinu kako bi se povećala snaga studije. Uključeni kriteriji jesu: pripadnici oba spola u dobi između 65. i 74. godine, sposobni pratiti zahtjeve istraživanja uz potpisani informirani pristanak. Isključni kriteriji jesu: bolesti poput kardiovaskularnih, pulmoloških, neuroloških i drugih kod kojih je kontraindicirana tjelesna aktivnost koja se provodi u istraživanju, kognitivni poremećaj poput demencije, Parkinsonove bolesti ili moždanoga udara (MOCA test (25), skor < 26), oporavak od akutne bolesti kraći od mjesec dana, nemogućnost samostalnoga hoda te upotreba lijekova za uspjavanje.

Prva skupina bila je svakodnevno podvrgnuta intervenciji higijene spavanja, druga skupina imala je minimalno 5-dnevnu tjelesnu aktivnost/tjednu u vidu polusatne šetnje u prijedpodnevnim satima, a treća skupina minimalno 5-dnevnu tjelesnu aktivnost/tjednu u vidu polusatne šetnje u poslijepodnevnim satima. Intenzitet tjelesne aktivnosti ekvivalentan je umjerenoj tjelesnoj aktivnosti (30 minuta šetnje 5 dana u tjednu), što predstavlja tjelesnu aktivnost za koju su ustanovljeni zdravstveni benefiti.

Prvu je skupinu svakodnevno nadzirao jedan zdravstveni djelatnik u vremenskom razdoblju od 15 do 22 sata kako bi se definirane stavke provodile u potpunosti. Ispitanici su u pisanome obliku (prilagođene svakomu pojedincu, font slova i prikaz putem slike) dobili zadane intervencije. Također, zdravstveni su djelatnici nadzirali drugu i treću skupinu ispitanika.

### 3.6. Prva skupina ispitanika – Intervencija higijene spavanja

Intervencije higijene spavanja nastale se na temelju preporuka Europskog udruženja za bihevioralnu i kognitivnu terapiju (European Association for Behavioural and Cognitive Therapies), australijskog Centra za kliničke intervencije (Center for Clinical Interventions) te američkog Centara za kontrolu i prevenciju bolesti (Centers for Disease Control and Prevention):

- budite dosljedni – odlazak na spavanje u 22 sata i buđenje u 7 sati (određeno pravilnikom o kućnome redu – opće odredbe)
- ne drijemati tijekom dana – izbjegavati dnevni odmor, u koliko ne mogu bez dnevnoga odmora, dnevni odmor odvija se od 14 do 15 sati
- slušanje glazbe – od 17 do 17.30. sati
- vježbanje
- izbjegavanje kofeina, nikotina i alkohola – nakon 16 sati
- prehrana – u dogovoru s nutricionistom doma za večeru će konzumirati laganu hranu, kao i namirnice koje sadrže triptofan (esencijalna masna kiselina koja je tijelu potrebne za sintezu bjelančevina), govedina, puretina, piletina, mlijeko, jaja, patlidžan, krumpir, leća, soja, grah, špinat, slanetak, salata, marelica, banana, raž, zob, sjemenke, mahune, tikvice, cvjetača, celer, grašak, rajčica, šampinjoni, cikla, luk
- kupanje – od 20 do 21 sat
- rituali prije spavanja – u 21.40 sati relaksacija ili vježbe disanja u trajanju od 5 minuta (demonstrirat će fizioterapeut – zaposlenik doma)
- čaj bez kofeina – u 21.45 sati
- klimatizacija prostorije – rashlađivanje prostorije do 21.45 sati na optimalnu temperaturu 21°C

### **3.7. Druga skupina – Intervencija tjelesne aktivnosti u dopodnevrim satima**

#### **Tjelesna aktivnost**

Umjerenom do snažna tjelesna aktivnost provodila se u obliku žustrog hoda (brisky walk) u trajanju od 30 minuta 7 dana u tjednu. Tijekom tog vremena prešla se udaljenost od minimalno 3 km. Intenzitet aktivnosti se pratio provođenjem testa razgovora („talk testa“) (Reed & Pipe, 2014; Reed & Pipe, 2016). Tjelesna aktivnost se provodila u jutarnjim satima (od 10.30 do 11.00 sati).

Primjenom akcelerometra mjerilo se vrijeme provedeno u niskom, umjerenom i snažnom intenzitetu u 10 minutnim intervalima. Mjerenje ukupne tjelesne aktivnosti provelo se prije i nakon intervencije primjenom akcelerometra GENEactiv (Activinsights, Kimbolton, UK) nošenoga na zglobu nedominantne ruke u trajanju od 7 dana. GENEactiv akcelerometar prikuplja bruto podatke u BIN fajl format o MET-u, energetske potrošnji, provedenom vremenu u niskoj, umjerenom i visokoj razini tjelesne aktivnosti i sl. GENEactiv softver omogućuju pretvaranje bruto podataka iz BIN u CSV fajl format koji se zatim mogu uvesti/importirati u SPSS programski paket radi daljnje analize.

### **3.8. Treća skupina – Intervencija tjelesne aktivnosti u popodnevnim satima**

#### **Tjelesna aktivnost**

Umjerenom do snažna tjelesna aktivnost provodila se u obliku žustrog hoda (brisky walk) u trajanju od 30 minuta 5 dana u tjednu. Tijekom tog vremena prešla se udaljenost od minimalno 3 km. Intenzitet aktivnosti praćen je provođenjem testa razgovora („talk testa“) (Reed & Pipe, 2014; Reed & Pipe, 2016). Tjelesna aktivnost provodila se u popodnevnim satima (od 16.30 do 17.00 sati). Primjenom akcelerometra mjerilo se vrijeme provedeno u niskom, umjerenom i snažnom intenzitetu u 10 minutnim intervalima). Mjerenje ukupne tjelesne aktivnosti provelo se prije i nakon intervencije primjenom akcelerometra GENEactiv (Activinsights, Kimbolton, UK) nošenoga na zglobu nedominantne ruke u trajanju od 7 dana. GENEactiv akcelerometar prikuplja bruto podatke u BIN fajl format o MET-u, energetske potrošnji, provedenom vremenu u niskoj, umjerenom i visokoj razini tjelesne aktivnosti i sl. GENEactiv softver omogućuju pretvaranje bruto podataka iz BIN u CSV fajl format koji se zatim mogu uvesti/importirati u SPSS programski paket radi daljnje analize.

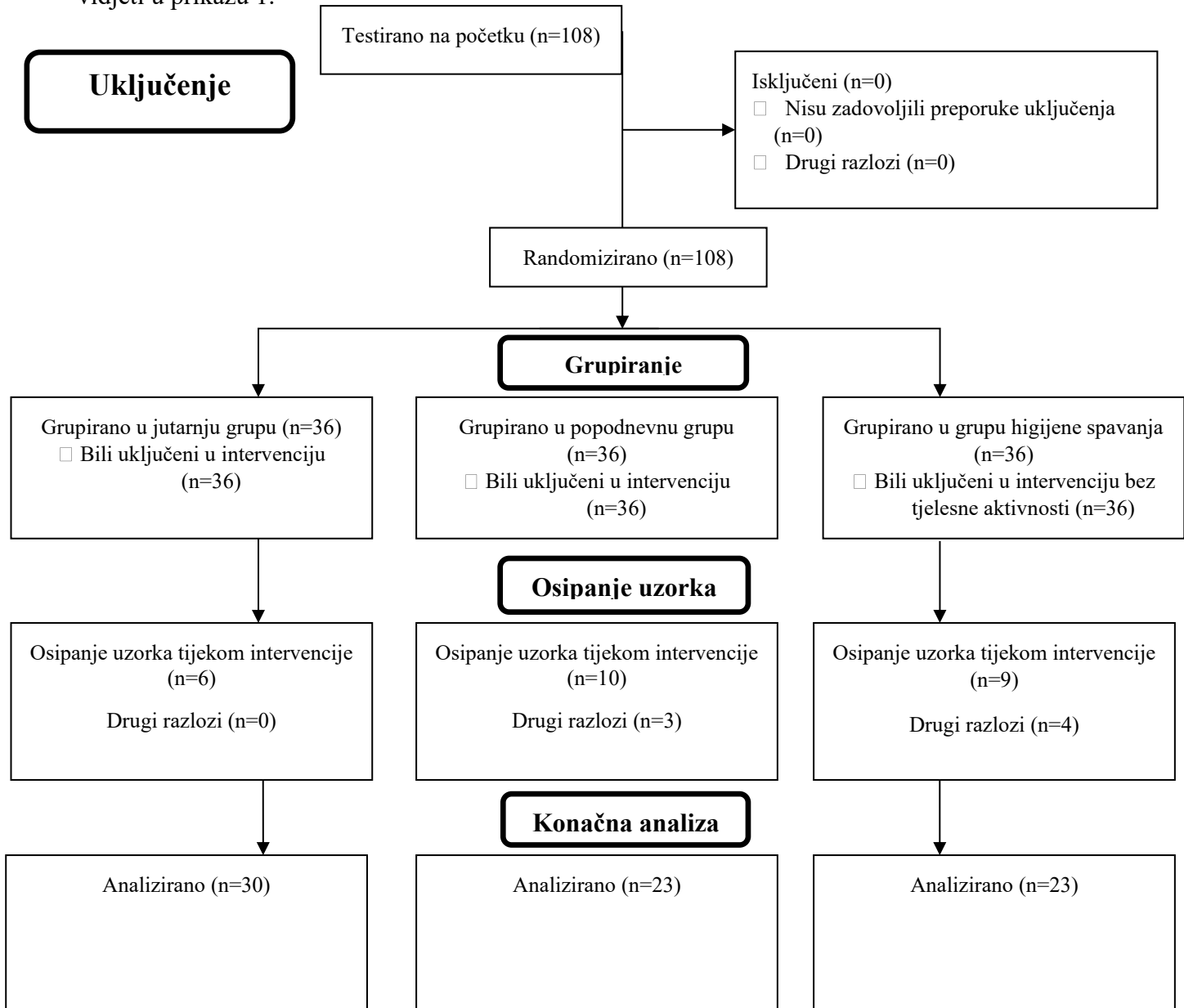
Po završetku provedenih intervencija, ponovno će se provesti ispitivanje kvalitete spavanja putem PSQI-a.

### 3.9. Statistička obrada podataka

Osnovni deskriptivni parametri prikazani su putem aritmetičkih sredina i standardnih devijacija za normalno distribuirane varijable i putem medijana i interkvartilnih raspona (25.-i i 75.-i percentil) za one, koje nisu pripadale normalno distribuiranim varijablama. Normalnost distribucije utvrđena je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Početne razlike između grupa izračunate su uz pomoć Kruskal-Wallis testa. Zbog nenormalnosti distribucije u većini varijabli, te za potvrđivanje hipoteza, za utvrđivanje vremenskih promjena (završno nasuprot početnog stanja) između tri grupe ispitanika (jutarnja, popodnevna i grupa higijene spavanja) koristio se neparametrijski Friedmanov  $hi - kvadrat$  test. Unutar pojedine analize, ukoliko se pokazalo, kako postoje značajne vremenske razlike, koristio se Wilcoxonov test ranga promjena unutar pojedinih grupa, kako bi se utvrdilo između kojih grupa ispitanika su se određene promjene dogodile. Dobivena  $p$  - vrijednost se kontrolirala za Bonfferonijevu korekciju, gdje se dobivena vrijednost podijelila s brojem grupa ispitanika ( $N = 3$ ). Konačno, za utvrđivanje povezanosti između tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja, koristio se set korelacijskih analiza mjerenim Spearmanovim koeficijentima korelacije za nenormalno distribuirane varijable, te je jačina povezanosti bila utvrđena sljedećim vrijednostima: 1) 0.0 – 0.1 (neznatna korelacija), 2) 0.1 – 0.4 (slaba korelacija), 3) 0.4 – 0.7 (umjerena korelacija), 4) 0.7 – 0.9 (jaka korelacija) i 5)  $> 0.9$  (jaka korelacija) (Overholser & Sowinski, 2008; Mukaka, 2012). Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p = 0.05$ . Svi podaci su bili obrađeni statističkim programom Statistical Package for Social Sciences (SPSS v17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## 4. REZULTATI

Prije početka testiranja, potencijalne tri grupe ispitanika su se slučajnim odabirom raspodijelile u grupu, koja je u jutarnjem terminu provodila tjelesnu aktivnost, grupu koja je u popodnevnom terminu provodila tjelesnu aktivnost, te grupu koja nije provodila tjelesnu aktivnost, nego samo higijenu spavanja. Detaljniji prikaz hodograma uključenja ispitanika u istraživanje se može vidjeti u prikazu 1.



**Prikaz 1.** Hodogram uključenja ispitanika i grupiranje po grupama

Mogućnost stratifikacije uzorka prema dobi i spolu nije bila moguća, jer je osipanje uzorka tijekom testiranja bilo 30 % (N = 76 u završnom, nasuprot N = 108 u početnom testiranju). Također, proporcija žena unutar ukupnog uzorka je bila veća (N = 65, 85.5 %), s obzirom na manji broj muškaraca (N = 11, 14.5 %), te se prevalencija dobi protezala od 69 do 74 godine u sljedećim proporcijama: 1) 69 godina (N = 1 ženskih osoba, 1.3 %), 2) 70 godina (N = 3 ženske osobe, 3.9 %), 3) 71 godina (N = 7 ženskih osoba, 9.2 %), 4) 72 godine (N = 23, 22 ženske i 1 muška osoba, 30.3 %), 5) 73 godine (N = 27, 24 ženske i 3 muške osobe, 35.5 %), te 6) 74 godine (N = 15, 8 ženskih i 7 muških osoba, 19.7 %). Zbog prirode istraživanja, znatnog osipanja uzorka tijekom provedbe, te nedostatnog uzorka prema dobi i spolu u određenim kategorijama, analize su se radile po pojedinim grupama (jutarnja i popodnevna grupa, te grupa higijene spavanja). S druge strane, pojam randomizacije, odnosno slučajno izabranog uzorka povećava vjerojatnost da se određene pojave koje se dogode na testiranom uzorku mogu preslikati na populacije iz koje su izabrani.

Početne razlike u socio-demografskim parametrima između ispitanika prikazane su kao aritmetičke sredine i standardne devijacije ili broj ispitanika (N) i postotak (%) u tablici 1. Kao što je vidljivo iz tablice 1., grupe se u početku nisu statistički značajno razlikovale u omjeru muškaraca i žena unutar pojedine grupe, te su grupe bile slične prosječne dobi, godine školovanja, te su ispitanici unutar svake grupe ostvarili gotovo iste vrijednosti unutar upitnika za procjenu kognitivnih sposobnosti (MOCA). Također, nitko od ispitanika nije koristio nikakve lijekove za spavanje ili druge bolesti, te primjena intervencije tjelesne aktivnosti ili spavanja nije moglo izazvati nikakve kontraindikacije na zdravlje pojedinog ispitanika. Ispitanici u grupi higijene spavanja su bili značajno viši, teži, te su imali veće vrijednosti indeksa tjelesne mase, s obzirom na jutarnju i popodnevnu grupu, koje su provodile tjelesnu aktivnost.



**Tablica 1.** Osnovni deskriptivni parametri ispitanika raspodijeljenih u tri grupe prikazanih kroz medijane i interkvartilne raspone (25. i 75. percentil) korištenjem Kruskal-Wallis H-testa

Varijable	Grupe			P - vrijednost
	Jutarnja TA	Popodnevna TA	Higijena spavanja	
Spol (%)				
Muški	4 (13.3%)	2 (8.7)	5 (21.7%)	
Žene	26 (86.7 %))	21 (91.3%)	18 (78.3%)	0.442
Dob (godine)	73.75 (71.8 – 74.00)	73.00 (72.00 – 73.00)	73.00 (72.00 – 73.00)	0.808
Visina (cm)*	162.50 (155.75 – 170.00)	160.00 (157.00 – 165.00)	172.00 (170.00 – 176.00)	< 0.001
Masa (kg)*	76.00 (64.75 – 84.25)	68.00 (60.00 – 75.00)	76.00 (72.00 – 80.00)	0.019
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )*	27.80 (24.80 – 30.38)	25.53 (24.61 – 28.60)	25.69 (24.54 – 27.04)	0.037
Godine školovanja	12.00 (12.00 – 16.00)	16.00 (12.00 – 16.00)	12.00 (12.00 – 16.00)	0.274
MOCA upitnik	27.00 (27.00 – 28.00)	27.00 (26.00 – 27.00)	27.00 (27.00 – 28.00)	0.210

\*označava značajne početne razlike između jutarnje i popodnevne grupe, te grupe higijene spavanja ( $p > 0.05$ ).

#### 4.1. Učinci intervencija na trajanje spavanja mjenog subjektivnom metodom upitnika spavanja

Promjene u prosječnom trajanju spavanja između jutarnje i popodnevne grupa na početku i kraju testiranja kroz tjedan/vikend i tijekom ukupnog tjedna se nalaze u tablici 2.

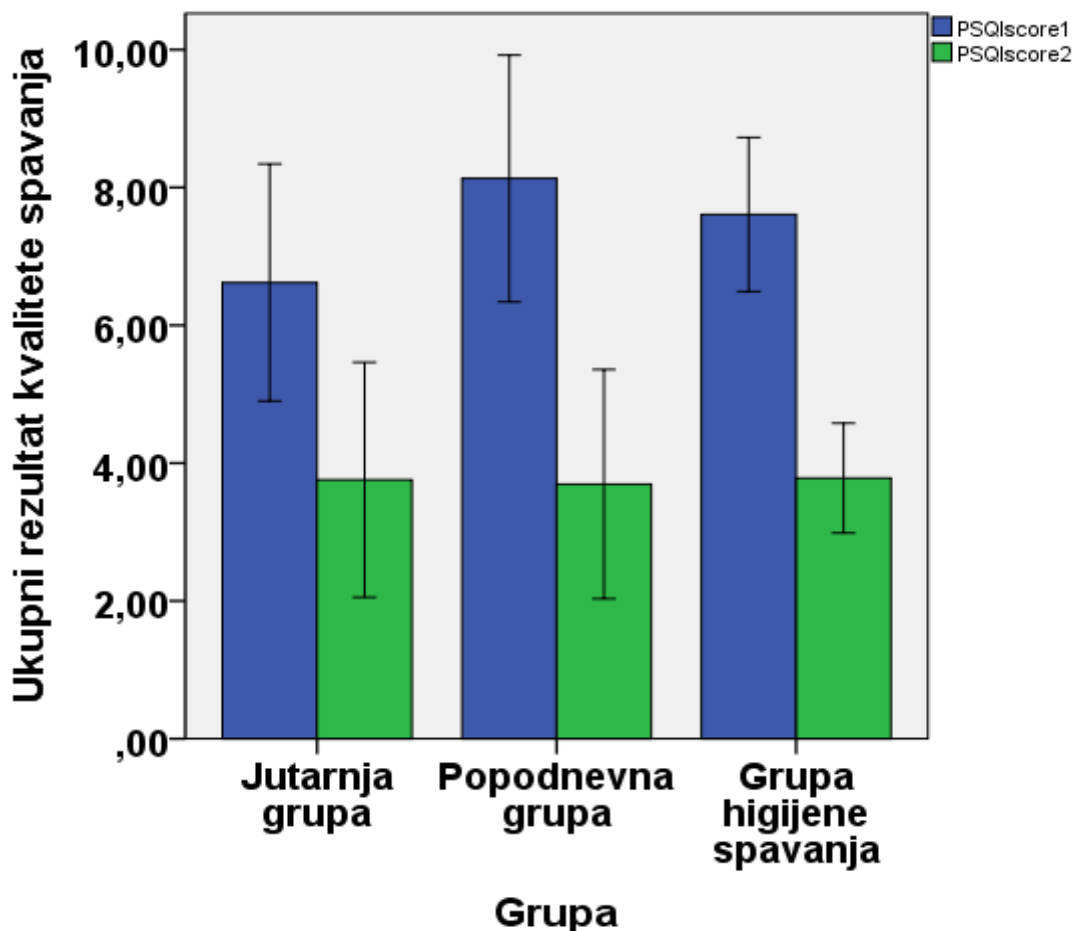
Medijan (interkvartilni raspon) trajanja spavanja na početku testiranja tijekom cijelog tjedna je kod grupe, koja je provodila jutarnju tjelovježbu bila 8.00 (7.60 – 8.80) sati, što je slično rezultatima popodnevne grupe, koja je spavala 8.00 (7.40 – 9.00) sati. Na početku testiranja nije došlo do značajnih razlika u prosječnom trajanju spavanja ( $Z$  – vrijednost = -0.018,  $p$  – vrijednost = 0.986), te u trajanju spavanja tijekom tjedna [jutarnja grupa = 7.86 (7.27 – 8.34)] sati nasuprot 7.83 (7.00 – 8.64) sati u popodnevnoj grupi,  $Z$  – vrijednost = -0.090,  $p$  – vrijednost = 0.928) i vikenda [jutarnja grupa = 8.61 (7.82 – 9.02 sati nasuprot 8.20 (7.40 – 9.00) sati u popodnevnoj grupi,  $Z$  – vrijednost = -0.736,  $p$  – vrijednost = 0.462]. Nakon trajanja intervencije od 4 tjedna, medijan tjednog trajanja spavanja se statistički neznajno povećao kod obje grupe [jutarnja grupa = 8.26 (7.64 – 9.00) sati i 8.04 (7.45 – 8.95) sati u popodnevnoj grupi], s time da se i promjene nisu pokazale značajnima (tablica 2). U jutarnjoj grupi medijan se spavanja tijekom dana tjedna povećao sa 7.86 (7.27 – 8.34) na 7.96 (7.64 – 8.84) ( $Z$  – vrijednost = -1.989,  $p$  – vrijednost = 0.051), dok su se povećanja u popodnevnoj grupi dogodila, ali nisu bila značajna ( $Z$  – vrijednost = -0.578,  $p$  – vrijednost = 0.563). Konačno, nije došlo do statistički značajnih promjena u medijanu trajanja spavanja tijekom dana vikenda kod jutarnje ( $Z$  – vrijednost = -0.1352,  $p$  – vrijednost = 0.176) i popodnevne grupe ( $Z$  – vrijednost = -0.308,  $p$  – vrijednost = 0.758).

**Tablica 2.** Promjene u trajanju spavanja nakon provedenih intervencija na cijelom uzorku i unutar pojedinih grupa mjenog uz pomoć upitnika odlaska na spavanje i buđenja ujutro korištenjem Wilcoxonovog rank testa

	Grupa		P – vrijednost (grupne promjene)
	Jutarnja grupa	Popodnevna grupa	
<b>Medijan spavanja cjelokupnog tjedna (sati)</b>			
Početno mjerenje	8.00 (7.60 – 8.46)	7.88 (7.03 – 8.93)	0.986
Završno mjerenje	8.26 (7.64 – 9.00)	8.04 (7.45 – 8.95)	0.767
<b>P – vrijednost (vremenske promjene)</b>	0.074	0.506	
<b>Medijan spavanja tijekom tjedna (sati)</b>			
Početno mjerenje	7.86 (7.27 – 8.34)	7.83 (7.00 – 8.64)	0.928
Završno mjerenje	7.96 (7.64 – 8.84)	8.05 (7.52 – 8.74)	0.936
<b>P – vrijednost (vremenske promjene)</b>	0.051	0.563	
<b>Medijan spavanja tijekom vikenda (sati)</b>			
Početno mjerenje	8.61 (7.82 – 9.02)	8.20 (7.40 – 9.00)	0.462
Završno mjerenje	8.48 (7.77 – 9.44)	8.34 (7.65 – 8.88)	0.399
<b>P – vrijednost (vremenske promjene)</b>	0.176	0.758	

#### 4.2. Učinci intervencija na kvalitetu spavanja mjenenog subjektivnom metodom Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja

Prikaz 2. prikazuje promjene u cjelokupnoj vrijednosti kvalitete spavanja (PSQI) kod tri grupe ispitanika. Slične vremenske promjene dogodile su se kod sve tri grupe ispitanika. Specifično, kvaliteta spavanja značajno se poboljšala u jutarnjoj ( $Z$  – vrijednost =  $-4.110$ ,  $p$  – vrijednost  $< 0.001$ ) i popodnevnoj grupi ( $Z$  – vrijednost =  $-4.221$ ,  $p$  – vrijednost  $< 0.001$ ), te u grupi higijene spavanja ( $Z$  – vrijednost =  $-4.231$ ,  $p$  – vrijednost  $< 0.001$ ). Kada se u obzir uzmu interakcije vremenskih promjena i pojedine grupe, nije došlo do razlika u vremenskim promjenama između sve tri grupe ispitanika ( $Hi$  kvadrat =  $2.793$ ,  $p$  – vrijednost =  $0.247$ ), što nam govori, kako su vremenske promjene u svim grupama bile slične i statistički se značajno nisu razlikovale u numeričkoj vrijednosti kvalitete spavanja.



**Prikaz 2.** Promjene u cjelokupnoj kvaliteti spavanja u jutarnjoj i popodnevnoj grupi i grupi higijene spavanja korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Tablica 3. prikazuje promjene u cjelokupnoj vrijednosti kvalitete spavanja (PSQI) kod tri grupe ispitanika kroz kategorizaciju dobre (< 5 bodova) nasuprot loše ( $\geq 5$ ) kvalitete spavanja. Intervencija u sve tri grupe ispitanika pokazala je značajne vremenske promjene u cjelokupnoj kvaliteti spavanja. Naime, najveća poboljšanja u kvaliteti spavanja dobivena su u grupi higijene spavanja ( $Z$  – vrijednost = -4.359,  $p$  – vrijednost < 0.001), te u jutarnjoj ( $Z$  – vrijednost = -4.264,  $p$  – vrijednost < 0.001) i popodnevnoj grupi ( $Z$  – vrijednost = -4.000,  $p$  – vrijednost < 0.001). Kada se u obzir uzmu interakcije vremenskih promjena i pojedine grupe, nije došlo do razlika u vremenskim promjenama između sve tri grupe ispitanika (Hi kvadrat = 1.176,  $p$  – vrijednost = 0.555), što nam govori, kako su vremenske promjene u svim grupama bile slične i statistički se značajno nisu razlikovale u kategoričkoj vrijednosti kvalitete spavanja.

**Tablica 3.** Promjene u cjelokupnoj kvaliteti spavanja između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjeranju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Varijable	Cjelokupna kvaliteta spavanja	
	Dobra kvaliteta spavanja	Loša kvaliteta spavanja
	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa		
Kvaliteta spavanja		
Na početku mjerenja	5 (16.7%)	25 (83.3%)
Na kraju mjerenja	24 (82.8%)	5 (17.2%)
Popodnevna grupa		
Kvaliteta spavanja		
Na početku mjerenja	0 (0.0%)	23 (100.0%)
Na kraju mjerenja	16 (69.6%)	7 (30.4%)
Grupa higijene spavanja		
Kvaliteta spavanja		
Na početku mjerenja	0 (0.0%)	23 (100.0%)
Na kraju mjerenja	19 (82.6%)	4 (17.4%)

Tablica 4. prikazuje promjene u subjektivnoj kvaliteti spavanja kod tri grupe ispitanika. Intervencija u sve tri grupe ispitanika je pokazala značajne vremenske promjene u učestalosti pojedinih odgovora. Kod jutarnje grupe značajno poboljšanje u kvaliteti spavanja se pokazalo nakon primjene intervencije u trajanju od 4 tjedna, s obzirom na početno stanje ( $Z$  – vrijednost = -2.668,  $p$  – vrijednost = 0.008), te su se slične promjene dogodile kod popodneve grupe ( $Z$  – vrijednost = -2.511,  $p$  – vrijednost = 0.012) dok je grupa higijene spavanja pokazala najveće vremenske promjene u kvaliteti spavanja ( $Z$  – vrijednost = -4.000,  $p$  – vrijednost < 0.001). Kada se vremenske promjene usporede između grupa, nije došlo do značajnih razlika između jutarnje i popodneve grupe, te grupe higijene spavanja ( $Hi$  kvadrat = 5.211,  $p$  – vrijednost = 0.074), što znači kako su vremenske promjene bile slične između pojedinih grupa.

**Tablica 4.** Promjene u problemima subjektivne kvalitete spavanja između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjerenju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Varijable	Učestalost odgovora			
	Jako dobro	Dobro	Loše	Jako loše
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa				
Kvaliteta spavanja				
Na početku mjerenja	2 (6.7%)	21 (70.0%)	6 (20.0%)	1 (3.3%)
Na kraju mjerenja	7 (24.1%)	19 (65.5%)	3 (10.3%)	0 (0.0%)
Popodnevna grupa				
Kvaliteta spavanja				
Na početku mjerenja	3 (13.0%)	5 (21.7%)	13 (56.5%)	2 (8.7%)
Na kraju mjerenja	4 (17.4%)	15 (65.2%)	3 (13.0%)	1 (4.3%)
Grupa higijene spavanja				
Kvaliteta spavanja				
Na početku mjerenja	6 (7.9%)	40 (52.6%)	27 (35.5%)	3 (3.9%)
Na kraju mjerenja	20 (26.7%)	48 (64.0%)	6 (8.0%)	1 (1.3%)

Tablica 5. prikazuje promjene u latenciji spavanja između sve tri grupe ispitanika. Najveća poboljšanja u latenciji spavanja su se pokazala nakon primjene intervencije u trajanju od 4 tjedna, s obzirom na početno stanje kod jutarnje ( $Z$  – vrijednost = -4.221,  $p$  – vrijednost < 0.001) i popodnevene grupe ( $Z$  – vrijednost = -4.460,  $p$  – vrijednost < 0.001), dok je grupa higijene spavanja pokazala najmanje vremenske promjene u latenciji spavanja ( $Z$  – vrijednost = -4.065,  $p$  – vrijednost < 0.001). Kada se vremenske promjene usporede između grupa, nije došlo do značajnih razlika između jutarnje i popodnevene grupe, te grupe higijene spavanja ( $Hi$  kvadrat = 1.616,  $p$  – vrijednost = 0.446), što znači kako su vremenske promjene bile slične između pojedinih grupa, odnosno sve grupe su imale slične i statistički neznačajne razlike između vremenskih promjena u varijabli latencije spavanja.

**Tablica 5.** Promjene u problemima subjektivne latencije spavanja između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjerenju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Varijable	Učestalost odgovora			
	Ne u zadnjih mjesec dana	Manje od jednom mjesečno	Dva do tri puta mjesečno	Više od tri puta mjesečno
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa				
Latencija spavanja				
Na početku mjerenja	1 (3.3%)	7 (23.3%)	15 (50.0%)	7 (23.3%)
Na kraju mjerenja	4 (13.3%)	23 (76.7%)	3 (10.0%)	0 (0.0%)
Popodnevna grupa				
Latencija spavanja				
Na početku mjerenja	0 (0.0%)	2 (8.7%)	16 (69.6%)	5 (21.7%)
Na kraju mjerenja	4 (17.4%)	17 (73.9%)	2 (8.7%)	0 (0.0%)
Grupa higijene spavanja				
Latencija spavanja				
Na početku mjerenja	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (17.4%)	19 (82.6%)
Na kraju mjerenja	0 (0.0%)	4 (17.4%)	19 (82.9%)	0 (0.0%)

Tablica 6. prikazuje promjene u trajanju spavanja. Najveća poboljšanja u trajanju spavanja pokazali su se nakon primjene intervencije u trajanju od 4 tjedna, s obzirom na početno stanje kod grupe higijene spavanja ( $Z$  – vrijednost = -4.221,  $p$  – vrijednost < 0.001) i popodnevne grupe ( $Z$  – vrijednost = -3.742,  $p$  – vrijednost < 0.001) dok je jutarnja grupa pokazala najmanje vremenske promjene u trajanju spavanja ( $Z$  – vrijednost = -2.111,  $p$  – vrijednost = 0.035). Kada se vremenske promjene usporede između grupa, došlo je do značajnih razlika između promjena u trajanju spavanja između grupa, gdje su se najveća povećanja dogodila u grupi higijene spavanja, koju su pratile popodnevna i jutarnja grupa (Hi kvadrat = 20.434,  $p$  – vrijednost < 0.001).

**Tablica 6.** Promjene u problemima subjektivnog trajanja spavanja između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjerenju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Varijable	Učestalost odgovora			
	> 7 sati	6 -7 sati	5 – 6 sati	< 5 sati
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa				
Trajanje spavanja				
Na početku mjerenja	8 (26.7%)	22 (73.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	15 (50.0%)	15 (50.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Popodnevna grupa				
Trajanje spavanja				
Na početku mjerenja	1 (4.3%)	22 (95.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	15 (65.2%)	8 (34.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Grupa higijene spavanja				
Trajanje spavanja				
Na početku mjerenja	1 (4.3%)	22 (95.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	22 (95.1%)	1 (4.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)



Tablica 7. prikazuje promjene u konzumaciji lijekova, te je analiza pokazala statistički neznačajne promjene u konzumaciji lijekova između početnog i završnog mjerenja u jutarnjoj (Z – vrijednost = -1.000, p – vrijednost = 0.317) i popodnevnoj grupi (Z – vrijednost = -0.000, p – vrijednost = 1.000) te grupi higijene spavanja (Z – vrijednost = -0.000, p – vrijednost = 1.000). Također, kada se u obzir uzmu interakcije vremena i grupe, nije došlo do značajnih razlika u promjenama između grupa (Hi kvadrat = 1.533, p – vrijednost = 0.465).

**Tablica 7.** Promjene u problemima konzumacije lijekova između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjerenju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa

Varijable	Učestalost odgovora			
	Ne u zadnjih mjesec dana	Manje od jednom mjesečno	Dva do tri puta mjesečno	Više od tri puta mjesečno
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa				
Konzumacija lijekova				
Na početku mjerenja	29 (96.7%)	1 (3.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	30 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Popodnevna grupa				
Konzumacija lijekova				
Na početku mjerenja	23 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	23 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Grupa higijene spavanja				
Konzumacija lijekova				
Na početku mjerenja	23 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	23 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

Tablica 8. prikazuje promjene u učinkovitosti spavanja kod tri grupe ispitanika. Vremenske promjene unutar svake grupe su pokazale kako se učinkovitost spavanja najviše poboljšala u grupi higijene spavanja ( $Z$  – vrijednost = -4.116,  $p$  – vrijednost < 0.001) i popodnevnoj grupi ( $Z$  – vrijednost = -3.863,  $p$  – vrijednost < 0.001) dok vremenskih promjena u jutarnjoj grupi nije bilo ( $Z$  – vrijednost = -1.611,  $p$  – vrijednost = 0.107). Očekivano, interakcija vremena i grupe je pokazala značajne razlike u vremenskim promjenama u gore navedenim grupama (Hi kvadrat = 9.131,  $p$  – vrijednost = 0.010), gdje su grupe higijene spavanja i popodnevne grupe imale najveća poboljšanja u učinkovitosti spavanja, dok promjene u jutarnjoj grupi nisu bile značajne.

**Tablica 8.** Promjene u problemima učinkovitosti trajanja spavanja između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjerenju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Varijable	Učestalost odgovora			
	Ne u zadnjih mjesec dana	Manje od jednom mjesečno	Dva do tri puta mjesečno	Više od tri puta mjesečno
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa				
Učinkovitost spavanja				
Na početku mjerenja	18 (60.0%)	12 (40.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	24 (80.0%)	6 (20.0)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Popodnevna grupa				
Učinkovitost spavanja				
Na početku mjerenja	7 (30.4%)	16 (69.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	18 (78.3%)	5 (21.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Grupa higijene spavanja				
Učinkovitost spavanja				
Na početku mjerenja	14 (60.9%)	9 (39.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	18 (78.3%)	5 (21.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

Tablica 9. prikazuje promjene u poremećajima spavanja kod tri grupe ispitanika. Slične vremenske promjene dogodile su se u jutarnjoj ( $Z$  – vrijednost = -4.200,  $p$  – vrijednost < 0.001) i popodnevnoj grupi ( $Z$  – vrijednost = -4.359,  $p$  – vrijednost < 0.001) te u grupi higijene spavanja ( $Z$  – vrijednost = -4.359,  $p$  – vrijednost < 0.001). Zbog sličnih vremenskih promjena unutar pojedine grupe, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke u poremećajima spavanja ( $Hi$  kvadrat = 1.072,  $p$  – vrijednost = 0.585), što govori da je intervencija bila učinkovita u istoj/sličnoj mjeri kod sve tri grupe ispitanika.

**Tablica 9.** Promjene u problemima poremećaja spavanja između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjerenju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Varijable	Učestalost odgovora			
	Ne u zadnjih mjesec dana	Manje od jednom mjesečno	Dva do tri puta mjesečno	Više od tri puta mjesečno
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa				
Poremećaji spavanja				
Na početku mjerenja	8 (26.7%)	22 (73.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	1 (3.3%)	27 (90.0%)	2 (6.7%)	0 (0.0%)
Popodnevna grupa				
Poremećaji spavanja				
Na početku mjerenja	2 (8.7%)	20 (87.0%)	1 (4.3%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	0 (0.0%)	20 (87.0%)	3 (13.0%)	0 (0.0%)
Grupa higijene spavanja				
Poremećaji spavanja				
Na početku mjerenja	2 (8.7%)	21 (91.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	0 (0.0%)	21 (91.3%)	2 (8.7%)	0 (0.0%)

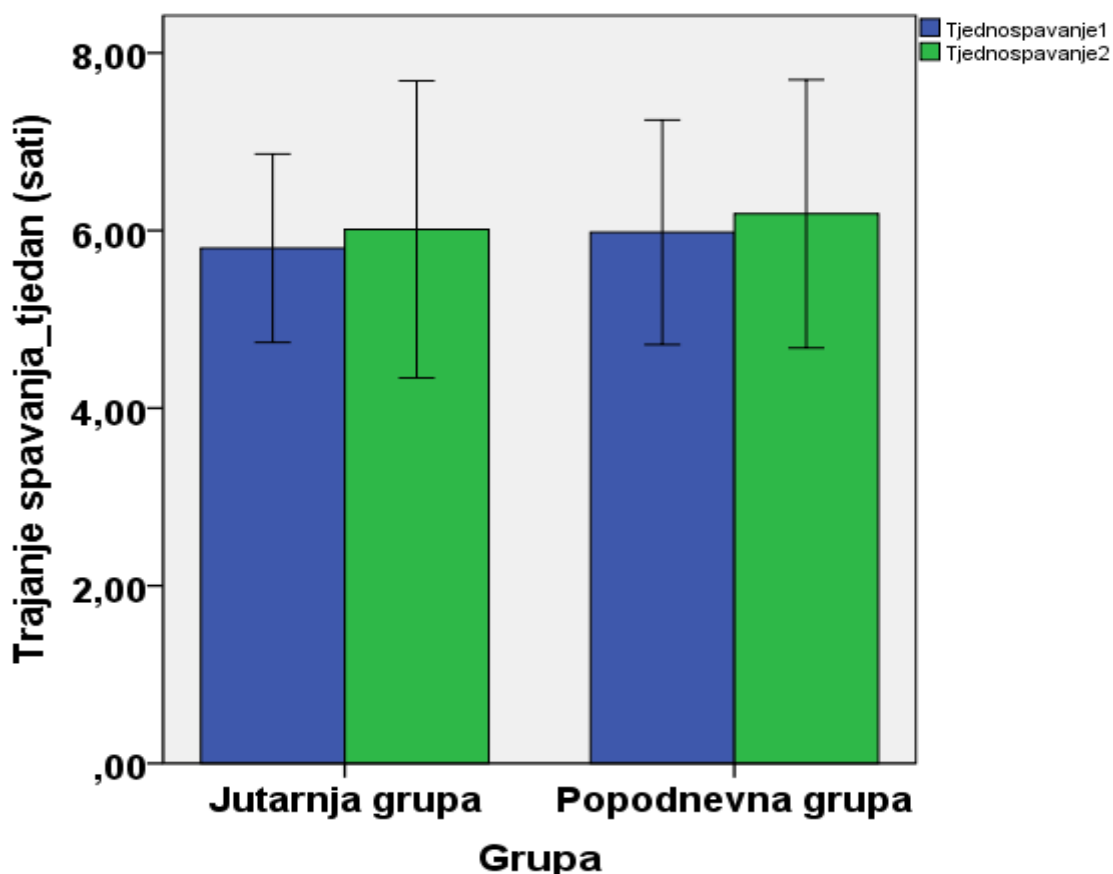
Tablica 10. prikazuje promjene u disfunkciji spavanja kod tri grupe ispitanika. Najveće pozitivne promjene, odnosno smanjenje disfunkcije spavanja dogodile su se u popodnevnoj grupi ( $Z$  – vrijednost = -3.690,  $p$  – vrijednost < 0.001) nakon koje je slijedila jutarnja grupa ( $Z$  – vrijednost = -2.714,  $p$  – vrijednost = 0.007) i grupa higijene spavanja ( $Z$  – vrijednost = -2.236,  $p$  – vrijednost = 0.025). Kada su se u obzir uzele interakcije vremena i grupe, analize su pokazale značajne razlike u vremenskim promjenama kod disfunkcije spavanja (Hi kvadrat = 10.683,  $p$  – vrijednost = 0.005), najviše kod popodnevne grupe, nakon koje je slijedila jutarnja grupa, te grupa higijene spavanja.

**Tablica 10.** Promjene u problemima disfunkcije spavanja između tri grupe ispitanika u početnom i završnom mjerenju korištenjem Friedmanovog testa za ponovljena mjerenja i Wilcoxonovog rank testa za utvrđivanje razlika između grupa ( $p < 0.05$ )

Varijable	Učestalost odgovora			
	Ne u zadnjih mjesec dana	Manje od jednom mjesečno	Dva do tri puta mjesečno	Više od tri puta mjesečno
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Jutarnja grupa				
Disfunkcija spavanja				
Na početku mjerenja	17 (56.7%)	12 (40.0%)	1 (3.3%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	26 (86.7%)	3 (10.0%)	1 (3.3%)	0 (0.0%)
Popodnevna grupa				
Disfunkcija spavanja				
Na početku mjerenja	7 (30.4%)	14 (60.9%)	2 (8.7%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	22 (95.7%)	1 (4.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Grupa higijene spavanja				
Disfunkcija spavanja				
Na početku mjerenja	18 (78.3%)	5 (21.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Na kraju mjerenja	23 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

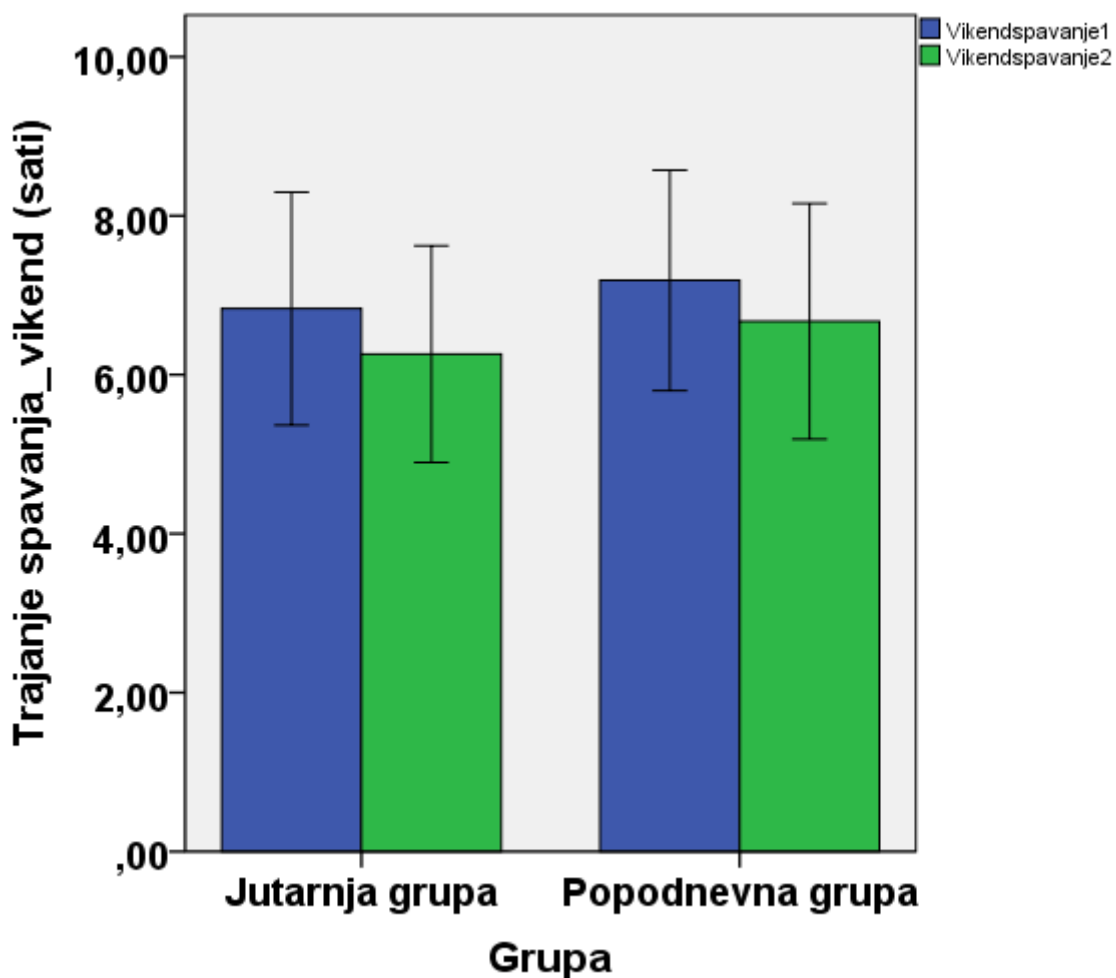
#### 4.3. Učinci intervencija na kvalitetu spavanja mjenog objektivnom metodom nošenja akcelerometara

Prikaz 3. prikazuje promjene u prosječnom tjednom trajanju spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima nije dovela do statistički značajnih promjena u trajanju spavanja tijekom tjedna. Specifično, jutarnja grupa povećala je trajanje spavanja za 3.6% (Z – vrijednost = -0.165, p – vrijednost = 0.869), dok je popodnevna grupa povećala trajanje spavanja za 3.5% (Z – vrijednost = -1.234, p – vrijednost = 0.217) te razlike u postocima nisu statistički značajne. Također, razlike između grupa su pokazale statistički neznačajno prosječno trajanje spavanja (Z – vrijednost = -0.189, p – vrijednost = 0.850). Konačno, interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.942, p – vrijednost = 0.346), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u prosječnom tjednom trajanju spavanja.



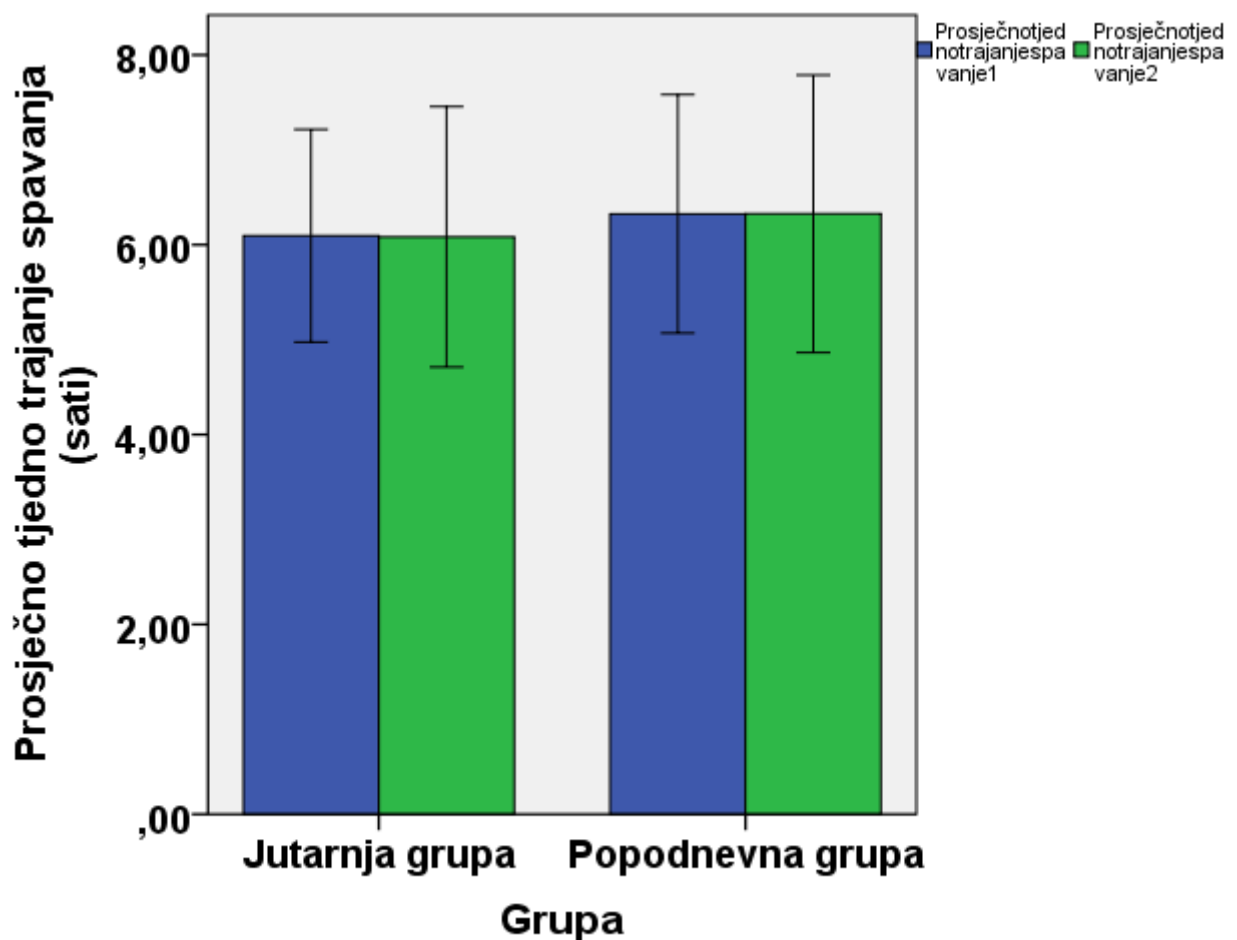
**Prikaz 3.** Prosječno tjedno trajanje spavanja u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Prikaz 4. prikazuje promjene u prosječnom trajanju spavanja tijekom vikenda kod jutarnje i popodnevne grupe. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima je dovela do statistički značajnih promjena u trajanju spavanja tijekom vikenda. Specifično, jutarnja grupa je smanjila trajanje spavanja tijekom vikenda za 8.3% (Z - vrijednost = -2.070, p - vrijednost = 0.038), dok je popodnevna grupa smanjila isto trajanje spavanja za 7.2% (Z - vrijednost = -2.068, p - vrijednost = 0.039). Interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.278, p - vrijednost = 0.781), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u prosječnom trajanju spavanja tijekom vikenda.



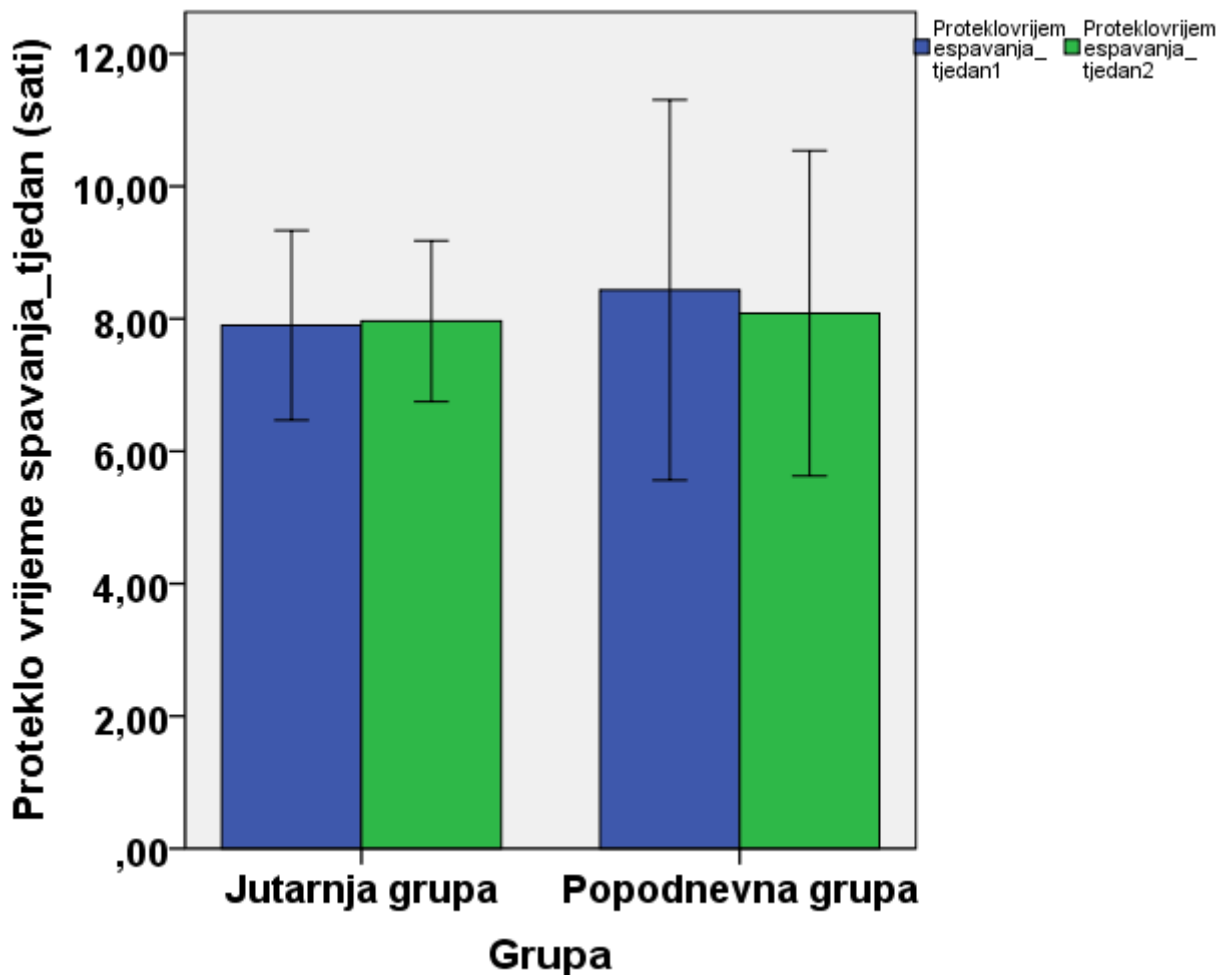
**Prikaz 4.** Prosječno trajanje spavanja tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa ( $p < 0.05$ )

Prikaz 5. prikazuje promjene u prosječnom trajanju spavanja tijekom tjedna i vikenda kod jutarnje i popodnevne grupe. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima nije dovela do statistički značajnih promjena u trajanju spavanja tijekom tjedna i vikenda. Specifično, jutarnja grupa je smanjila trajanje spavanja za 0.03% (Z - vrijednost = -0.495, p – vrijednost = 0.620) dok kod popodnevne grupe nije zabilježena značajna promjena u postotku na početku i kraju mjerenja (0.00%; Z - vrijednost = -0.469, p – vrijednost = 0.639). Kada se u obzir uzmu interakcija vremena i grupe, analiza je je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z – vrijednost = -0.278, p – vrijednost = 0.781), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u prosječnom trajanju spavanja tijekom tjedna i vikenda.



**Prikaz 5.** Prosječno trajanje spavanja tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

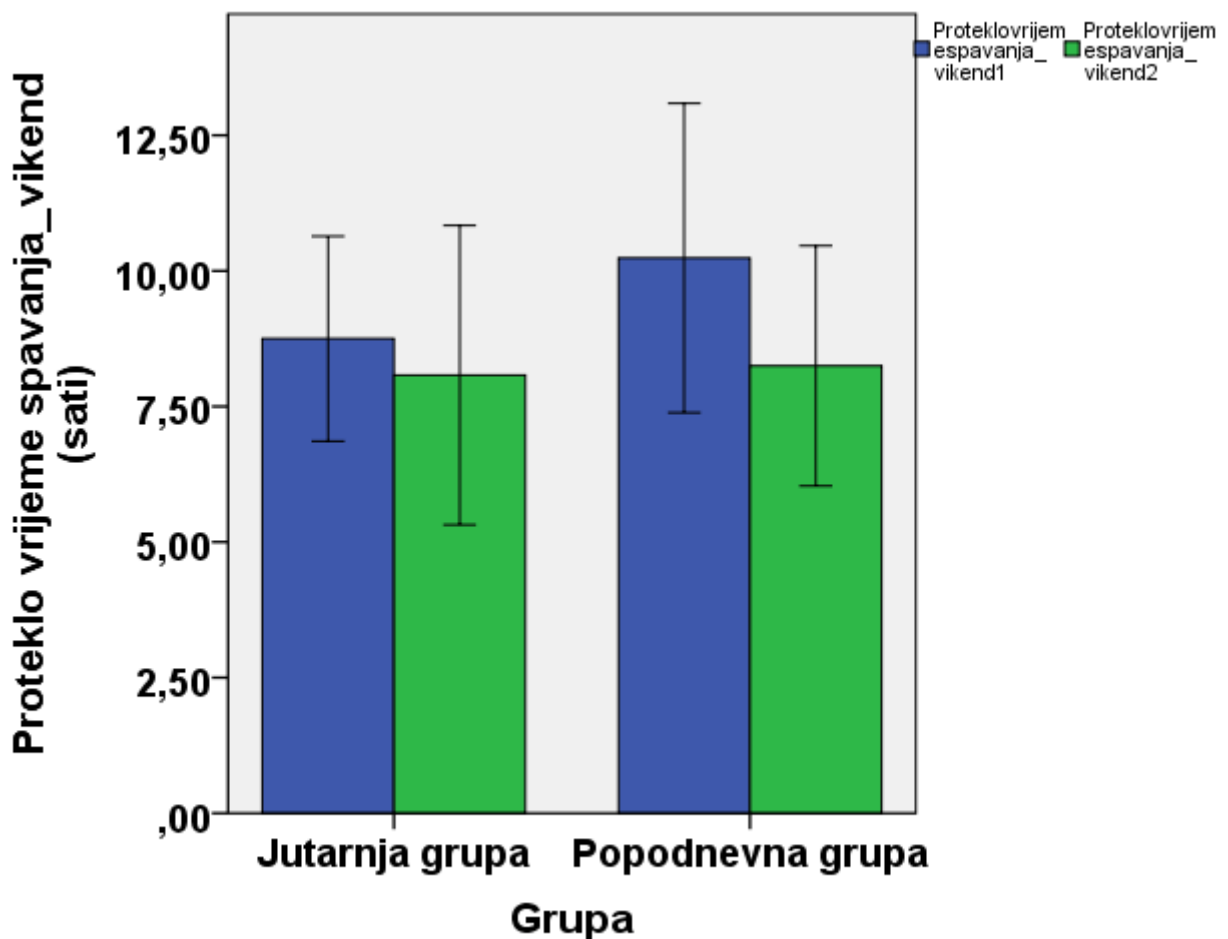
Prikaz 6. prikazuje promjene u prosječnom proteklom vremenu spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima nije dovela do statistički značajnih promjena u prosječnom proteklom vremenu spavanja tijekom tjedna. Specifično, jutarnja grupa je povećala proteklo vrijeme spavanja za 0.08% (Z - vrijednost = -0.843, p - vrijednost = 0.399) dok je popodnevna grupa smanjila proteklo vrijeme spavanja za 4.2% (Z - vrijednost = -1.247, p - vrijednost = 0.212). Interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.363, p - vrijednost = 0.716), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u prosječnom proteklom vremenu spavanja tijekom tjedna.



**Prikaz 6.** Prosječno proteklo vrijeme spavanja tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

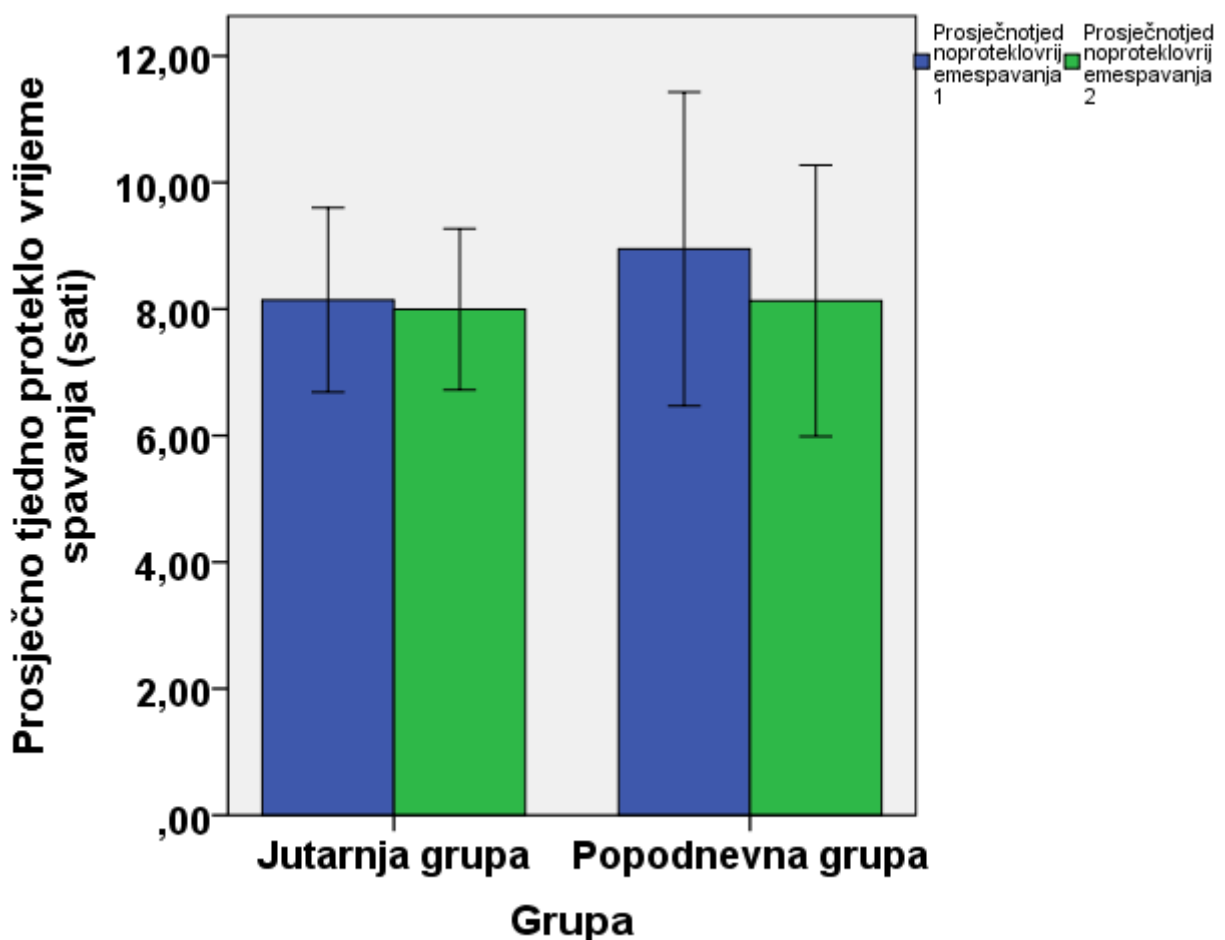


Prikaz 7. prikazuje promjene u prosječnom proteklom vremenu spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom vikenda. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički značajnih promjena u prosječnom proteklom vremenu spavanja tijekom vikenda. Specifično, jutarnja grupa je smanjila proteklo vrijeme spavanja za 7.7% (Z - vrijednost = -2.027, p - vrijednost = 0.043) dok je popodnevna grupa smanjila proteklo vrijeme spavanja za 19.4% (Z - vrijednost = -3.194, p - vrijednost < 0.001). Interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -1.193, p - vrijednost = 0.233), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u prosječnom proteklom vremenu spavanja tijekom vikenda.



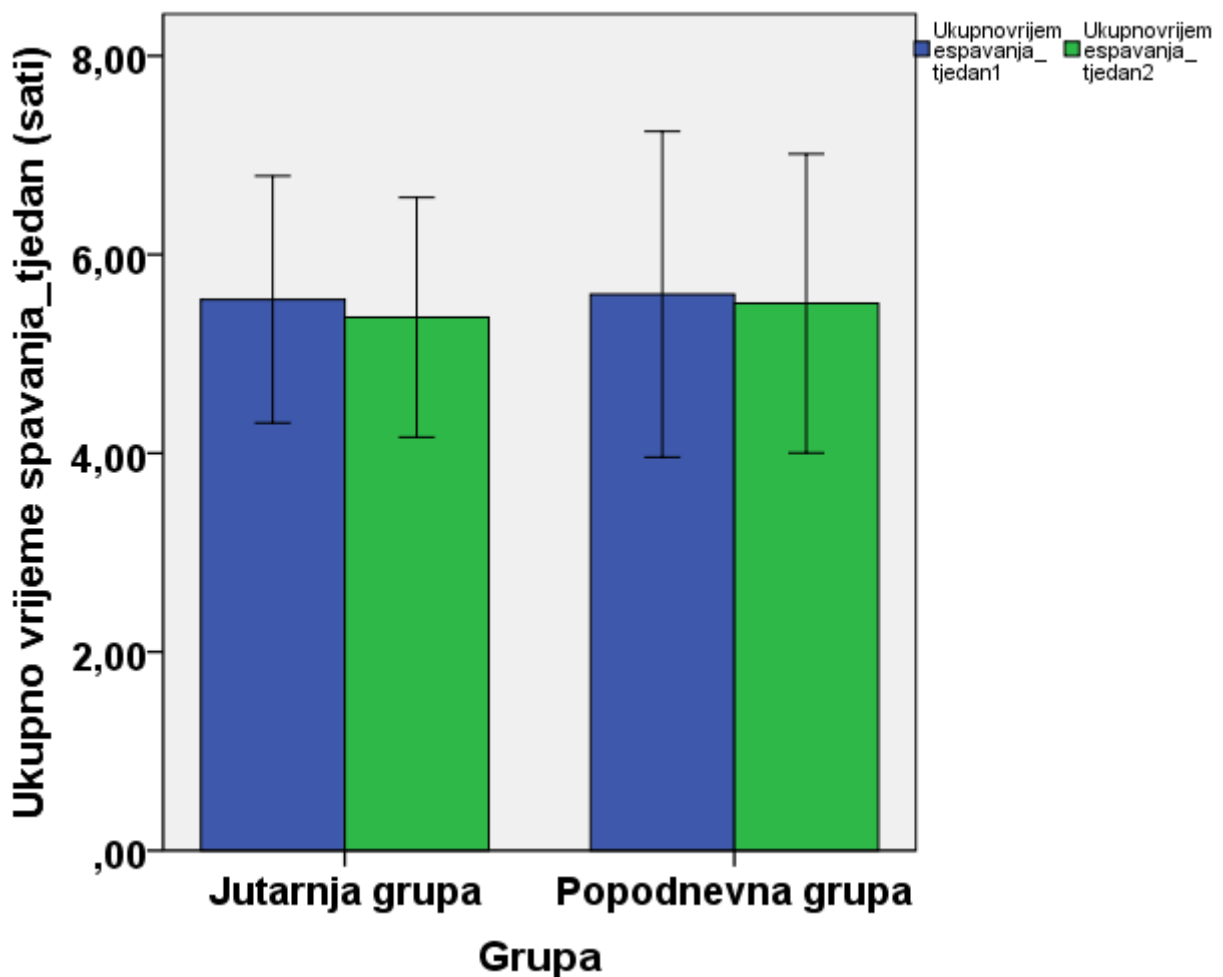
**Prikaz 7.** Prosječno proteklo vrijeme spavanja tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa ( $p < 0.05$ )

Prikaz 8. prikazuje promjene u prosječnom proteklom vremenu spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom cjelokupnog tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima je dovela do statistički značajnih promjena u prosječnom proteklom vremenu spavanja tijekom cjelokupnog tjedna. Specifično, jutarnja grupa je smanjila proteklo vrijeme spavanja za 1.7% (Z - vrijednost = -1.139, p – vrijednost = 0.255), dok je popodnevna grupa statistički značajno smanjila proteklo vrijeme spavanja za 9.1% (Z - vrijednost = -2.312, p – vrijednost = 0.021). Konačno, interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -1.136, p – vrijednost = 0.256), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u prosječnom proteklom vremenu spavanja tijekom cjelokupnog tjedna.



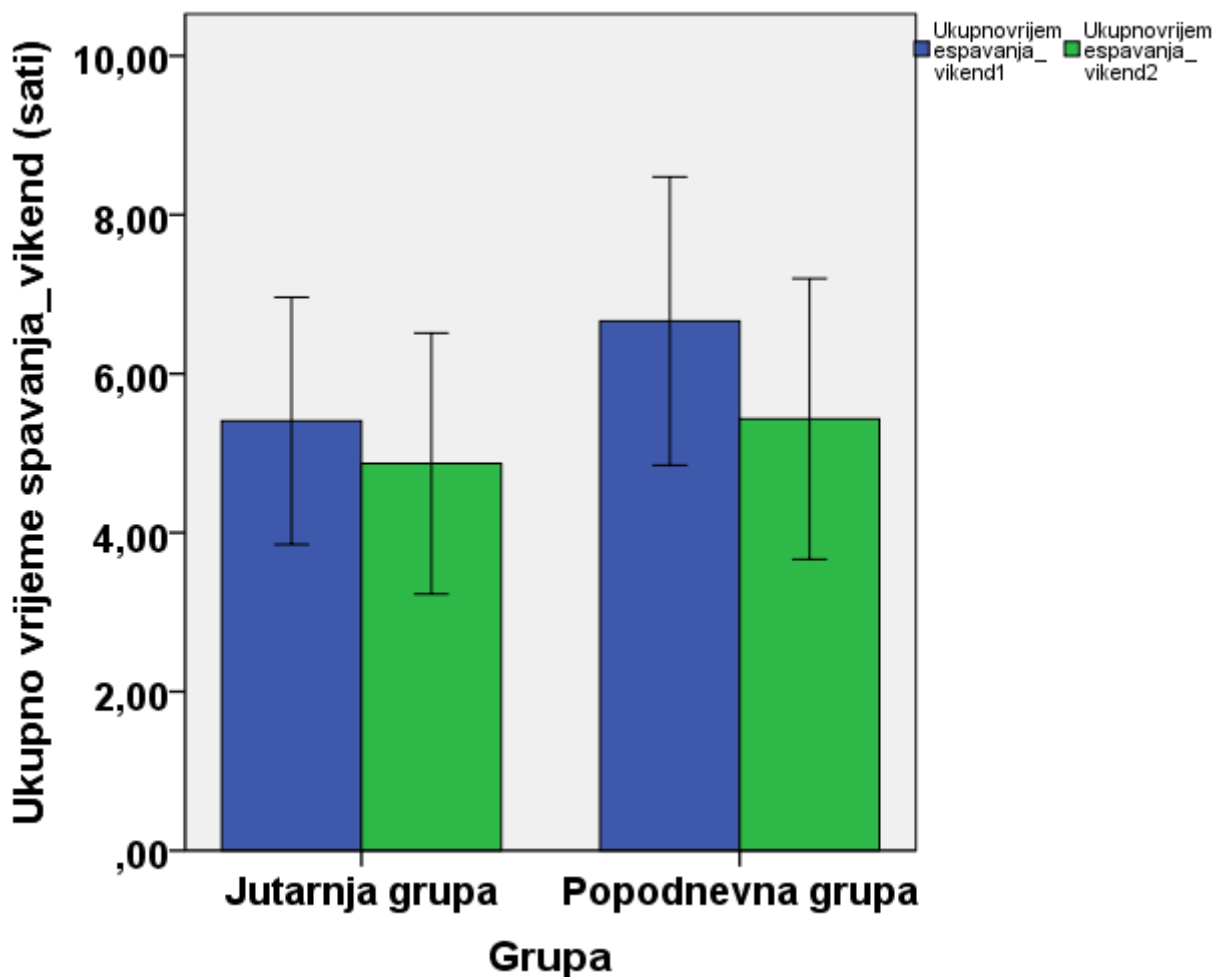
**Prikaz 8.** Prosječno proteklo vrijeme spavanja tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju

Prikaz 9. prikazuje promjene u ukupnom vremenu spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u prosječnom ukupnom vremenu spavanja tijekom tjedna. Specifično, jutarnja grupa je smanjila proteklo vrijeme spavanja za 3.2% (Z - vrijednost = -1.958, p - vrijednost = 0.052) dok je popodnevna grupa smanjila ukupno tjedno vrijeme spavanja za 1.6% (Z - vrijednost = -0.882, p - vrijednost = 0.378). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke % (Z - vrijednost = -0.663, p - vrijednost = 0.508), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u ukupnom vremenu spavanja tijekom tjedna.



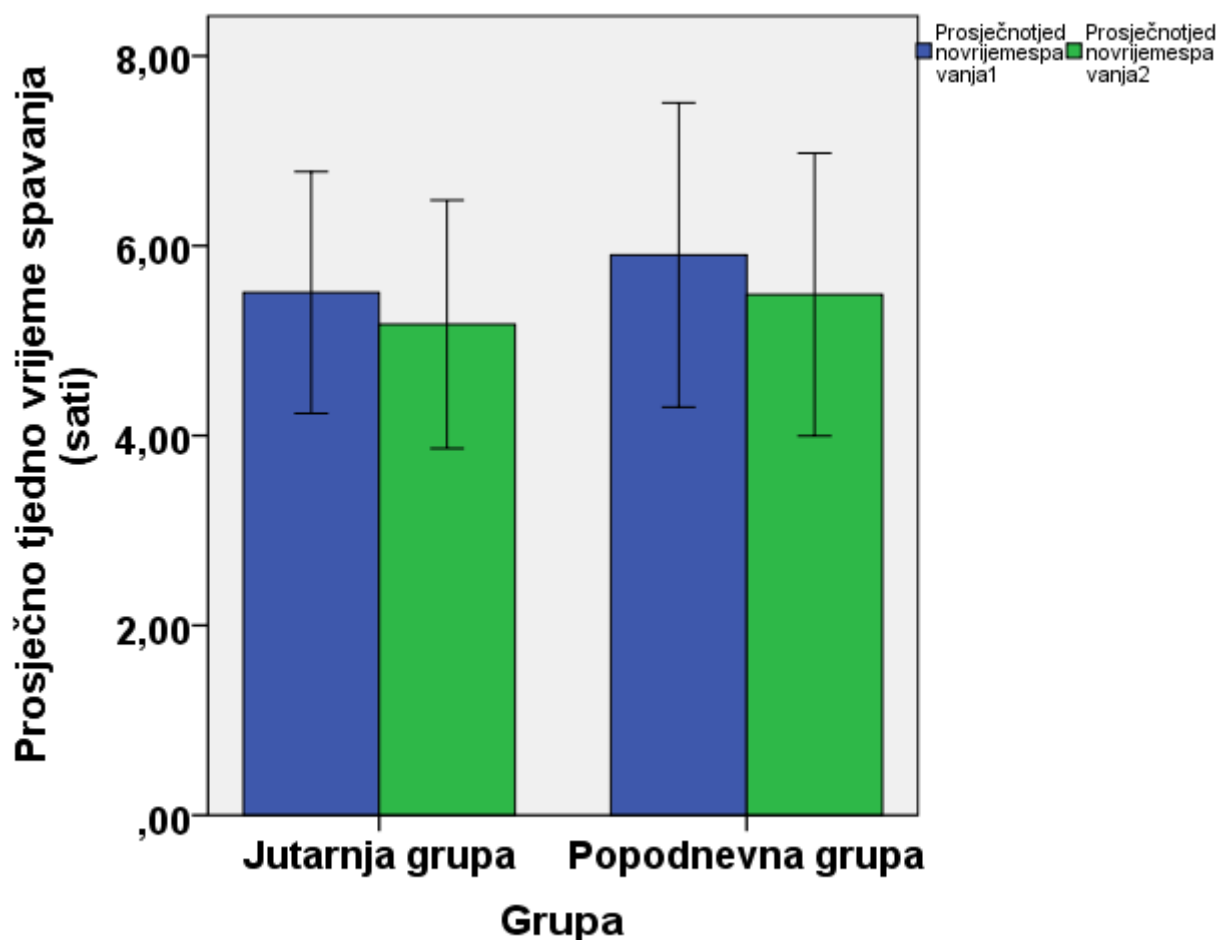
**Prikaz 9.** Prosječno vrijeme spavanja tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Prikaz 10. prikazuje promjene u ukupnom vremenu spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom vikenda. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički značajnih promjena u prosječnom ukupnom vremenu spavanja tijekom vikenda. Specifično, jutarnja grupa je smanjila proteklo vrijeme spavanja za 10.0% (Z - vrijednost = -2.141, p – vrijednost = 0.032) dok je popodnevna grupa smanjila ukupno vrijeme spavanja kroz vikend za 18.5% (Z - vrijednost = -3.619, p – vrijednost < 0.001). Kada se u obzir uzme interakcija vremena i grupe, analize su pokazale statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.833, p – vrijednost = 0.405), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u ukupnom vremenu spavanja tijekom vikenda.



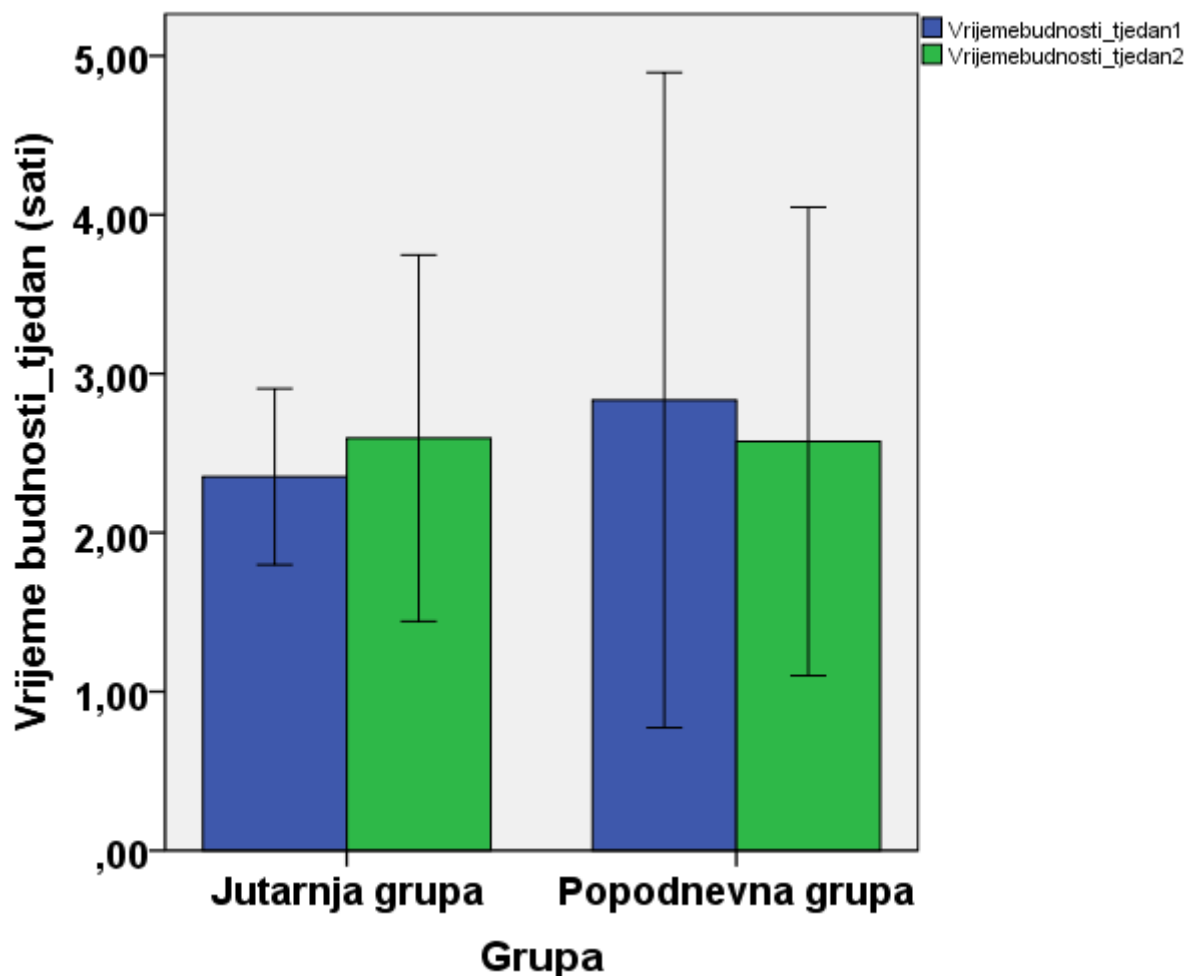
**Prikaz 10.** Prosječno vrijeme spavanja tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa ( $p < 0.05$ )

Prikaz 11. prikazuje promjene u prosječnom ukupnom vremenu spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom cjelokupnog tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički značajnih promjena u prosječnom ukupnom vremenu spavanja tijekom cjelokupnog tjedna. Specifično, jutarnja grupa je smanjila proteklo vrijeme spavanja za 6.2% (Z - vrijednost = -2.459, p – vrijednost = 0.014) dok je popodnevna grupa smanjila ukupno vrijeme spavanja za 6.9% (Z - vrijednost = -1.977, p – vrijednost = 0.048). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.511, p – vrijednost = 0.609), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u ukupnom prosječnom vremenu spavanja tijekom cjelokupnog vikenda.



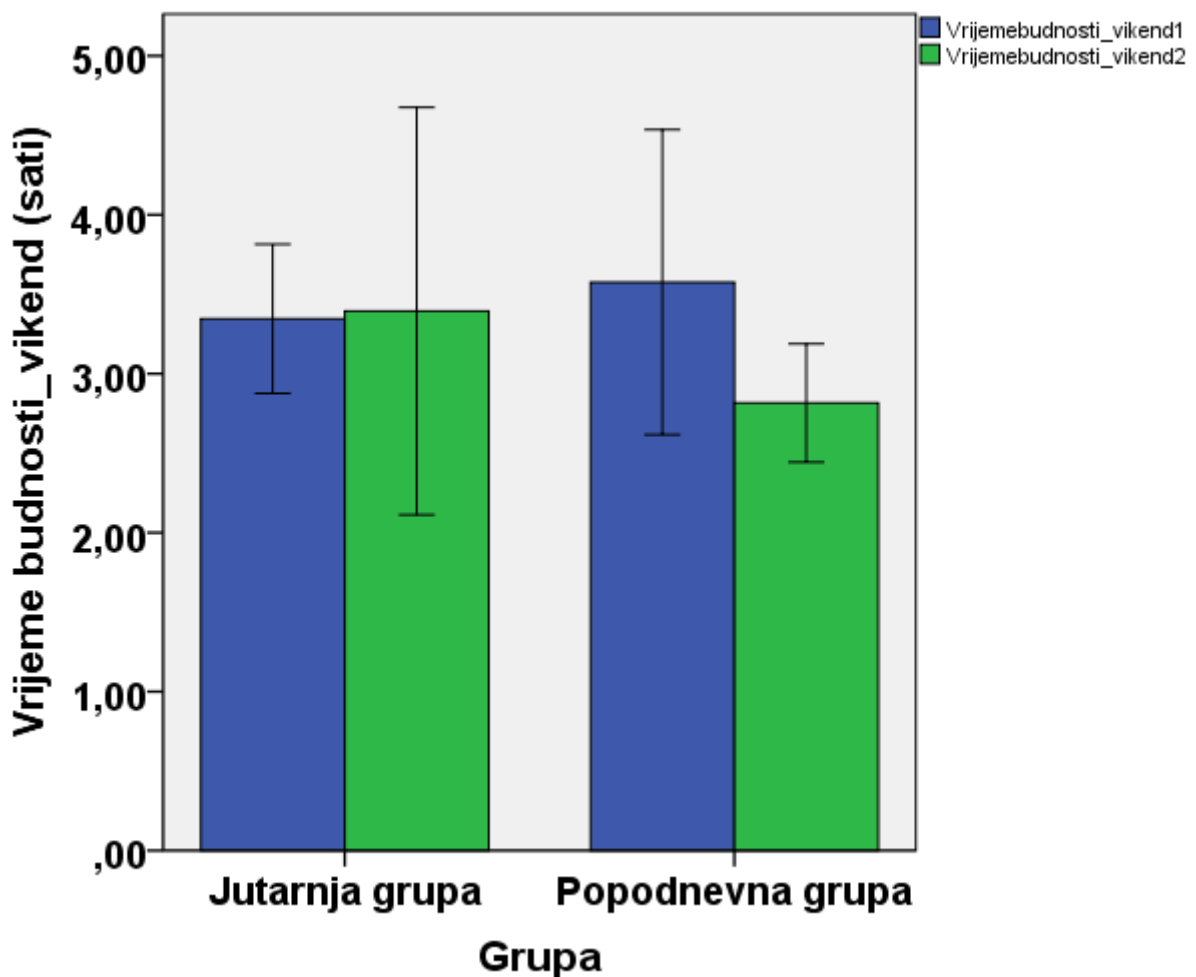
**Prikaz 11.** Prosječno vrijeme spavanja tijekom cjelokupnog tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa ( $p < 0.05$ )

Prikaz 12. prikazuje promjene u ukupnom vremenu budnosti kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u ukupnom vremenu budnosti tijekom tjedna. Specifično, jutarnja grupa je povećala vrijeme budnosti za 10.6% (Z - vrijednost = -3.068, p – vrijednost = 0.946), dok je popodnevna grupa smanjila vrijeme budnosti za 9.2% (Z - vrijednost = -1.034, p – vrijednost = 0.301). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.663, p – vrijednost = 0.508), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u ukupnom vremenu budnosti tijekom tjedna.



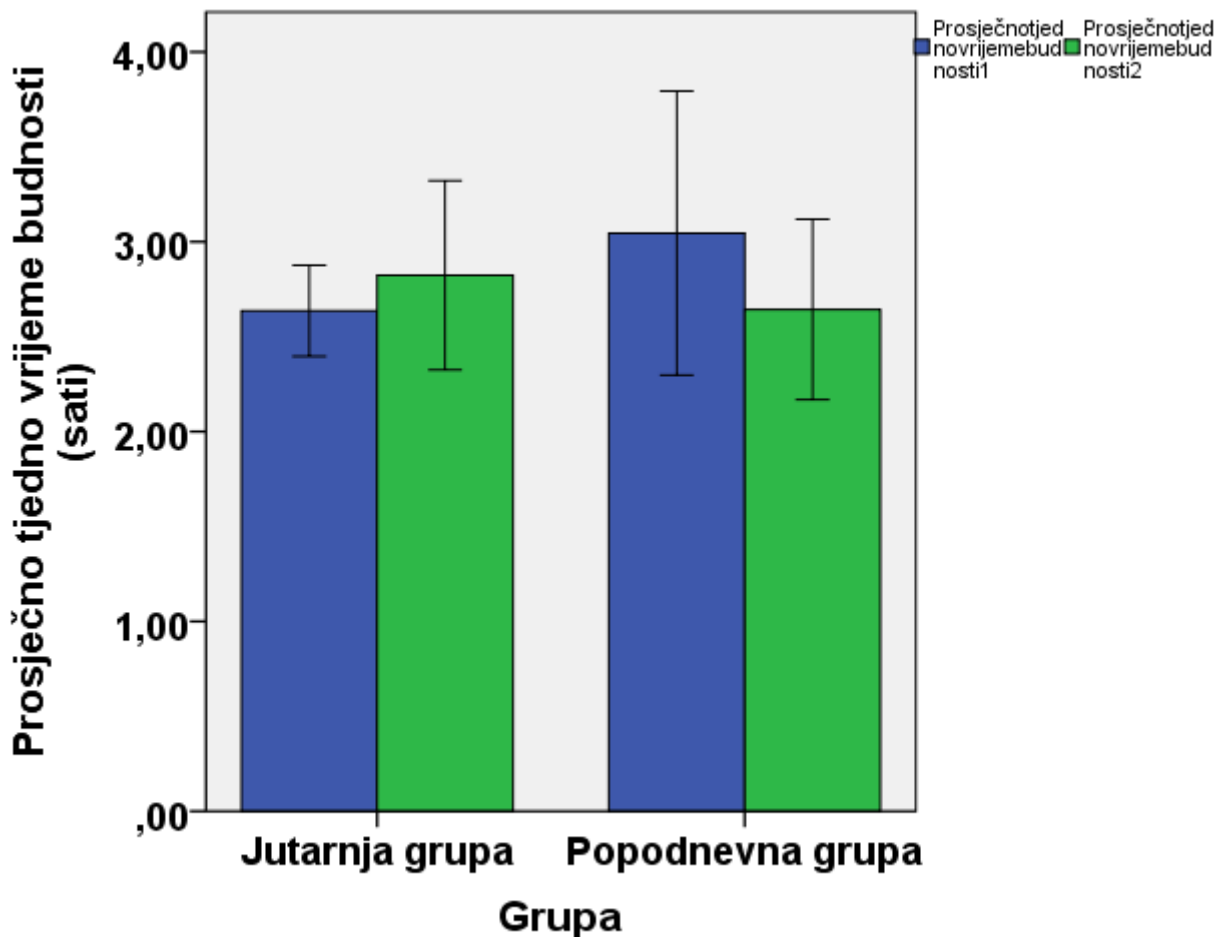
**Prikaz 12.** Ukupno vrijeme budnosti tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Prikaz 13. prikazuje promjene u ukupnom vremenu budnosti kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom vikenda. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički značajnih promjena u ukupnom vremenu budnosti tijekom vikenda. Specifično, jutarnja grupa je povećala vrijeme budnosti tijekom vikenda za 1.2% (Z - vrijednost = -2.232, p – vrijednost = 0.026) dok je popodnevna grupa smanjila vrijeme budnosti za 21.2% (Z - vrijednost = -4.566, p – vrijednost < 0.001). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.417, p – vrijednost = 0.677), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u ukupnom vremenu budnosti tijekom vikenda.



**Prikaz 13.** Ukupno vrijeme budnosti tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa ( $p < 0.05$ )

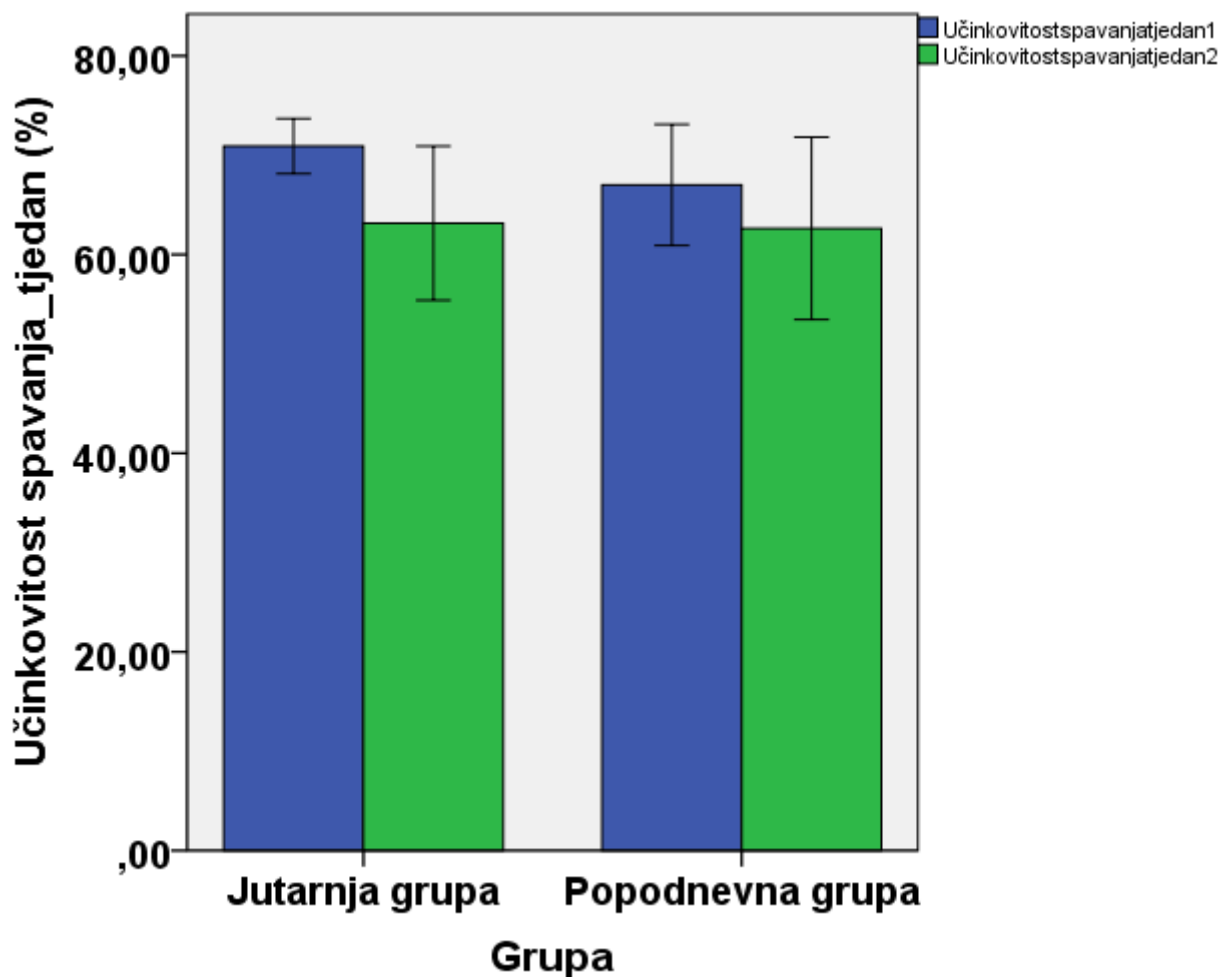
Prikaz 14. prikazuje promjene u prosječnom ukupnom vremenu budnosti kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom cjelokupnog tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u prosječnom ukupnom vremenu budnosti tijekom cjelokupnog tjedna. Specifično, jutarnja grupa je povećala vrijeme budnosti tijekom vikenda za 6.8% (Z - vrijednost = -0.068, p - vrijednost = 0.946) dok je popodnevna grupa smanjila vrijeme budnosti za 13.4% (Z - vrijednost = -1.703, p - vrijednost = 0.089). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke ( $F_{1,72} = 3.003, p = 0.090, \eta_p^2 = 0.063$ ), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u prosječnom ukupnom vremenu budnosti tijekom cjelokupnog tjedna.



**Prikaz 14.** Prosječno ukupno vrijeme budnosti tijekom cjelokupnog tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

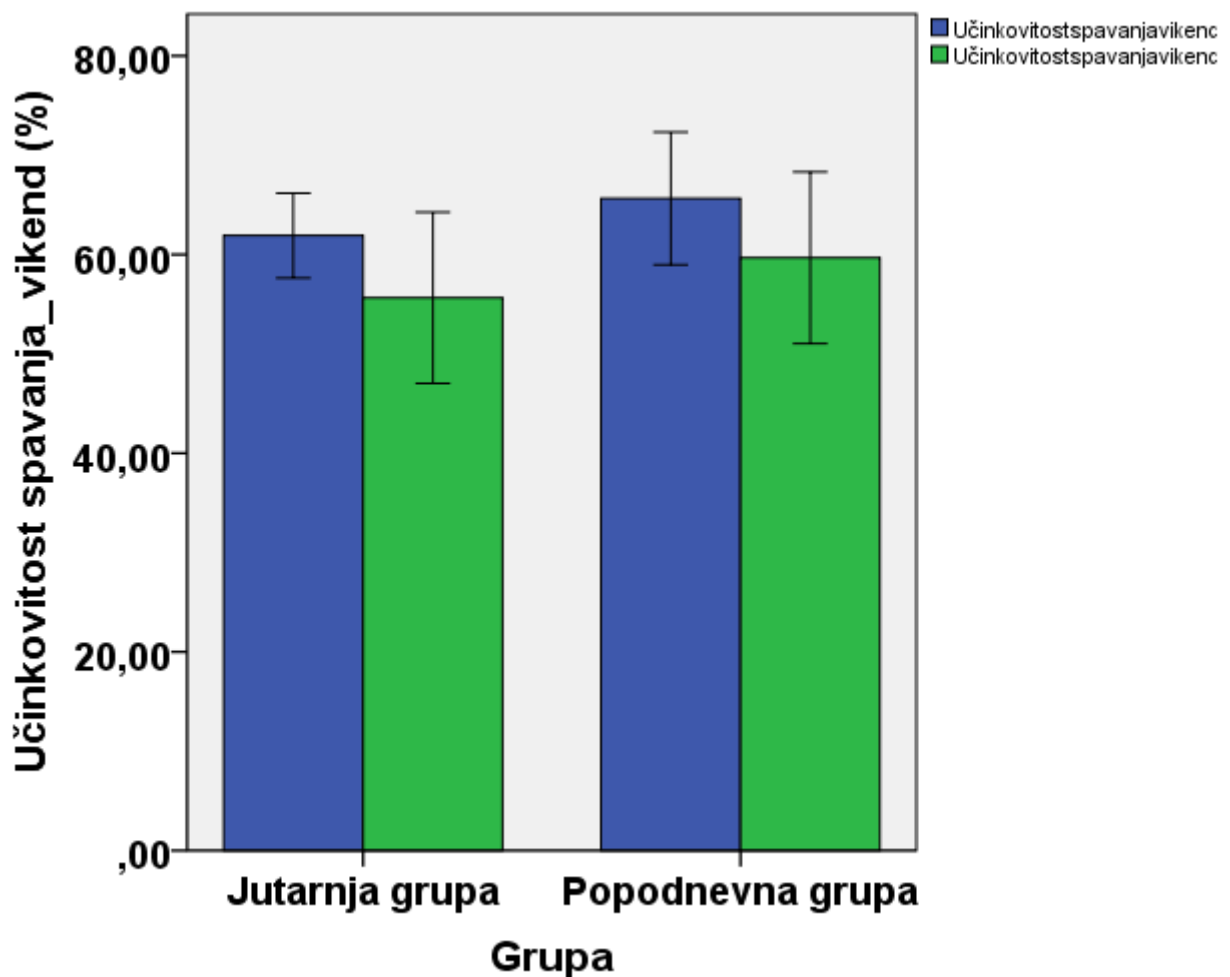


Prikaz 15. prikazuje promjene u učinkovitosti spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima nije dovela do statistički značajnih promjena u učinkovitosti spavanja tijekom tjedna. Specifično, iako je jutarnja grupa smanjila učinkovitost spavanja tijekom tjedna za 11.0% (Z - vrijednost = -1.571, p – vrijednost = 0.116), a popodnevna grupa za 6.5% (Z - vrijednost = -0.912, p – vrijednost = 0.362), vremenske promjene u obje grupe nisu bili statistički značajne. Interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.511, p – vrijednost = 0.609), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u učinkovitosti spavanja tijekom tjedna.



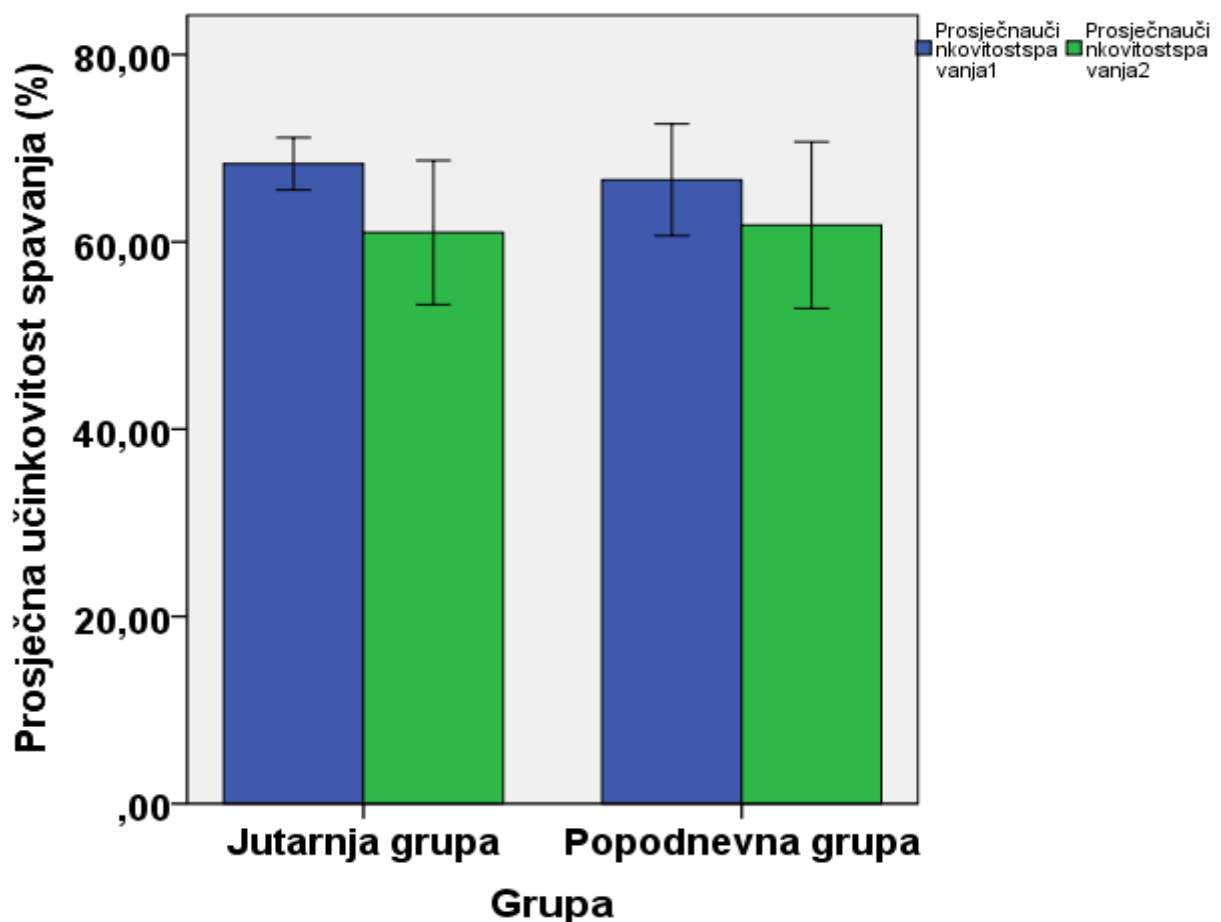
**Prikaz 15.** Učinkovitost spavanja tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Prikaz 16. prikazuje promjene u učinkovitosti spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom vikenda. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u učinkovitosti spavanja tijekom gdje je jutarnja grupa smanjila učinkovitost spavanja tijekom vikenda za 10.1% (Z - vrijednost = -0.729, p – vrijednost = 0.466) dok je popodnevna grupa smanjila učinkovitost spavanja tijekom vikenda za 9.1% (Z - vrijednost = -0.943, p – vrijednost = 0.346). Vremenska interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.133, p – vrijednost = 0.895), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u učinkovitosti spavanja tijekom vikenda.



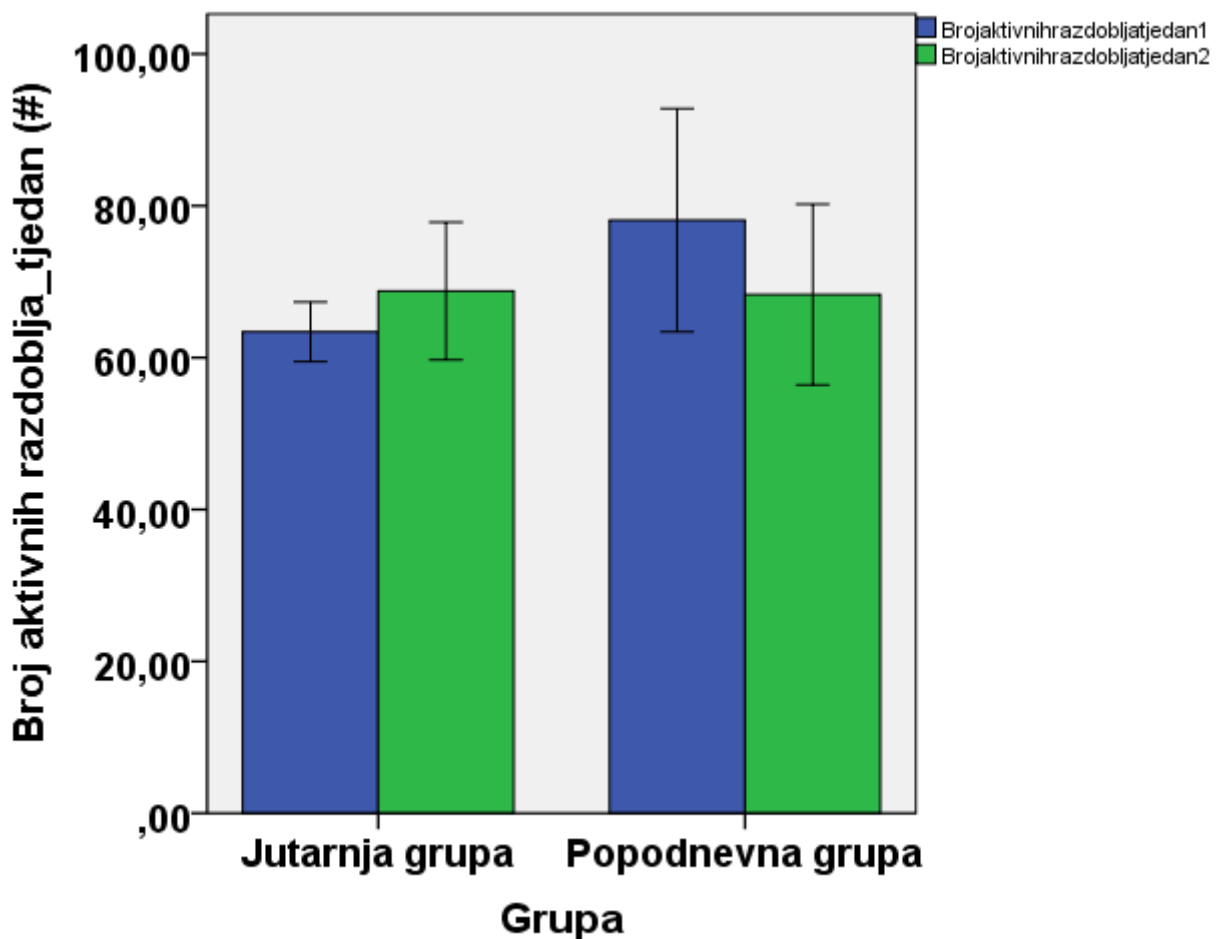
**Prikaz 16.** Učinkovitost spavanja tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa ( $p < 0.05$ )

Prikaz 17. prikazuje promjene u prosječnoj učinkovitosti spavanja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom cjelokupnog tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u prosječnoj učinkovitosti spavanja tijekom cjelokupnog tjedna. Specifično, jutarnja grupa je smanjila učinkovitost spavanja tijekom cjelokupnog tjedna za 10.7% (Z - vrijednost = -1.503, p - vrijednost = 0.133), dok je popodnevna grupa smanjila učinkovitost spavanja tijekom cjelokupnog tjedna za 7.3% (Z - vrijednost = -0.812, p - vrijednost = 0.412). Konačno, interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.208, p - vrijednost = 0.835), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u učinkovitosti spavanja tijekom cjelokupnog vikenda.



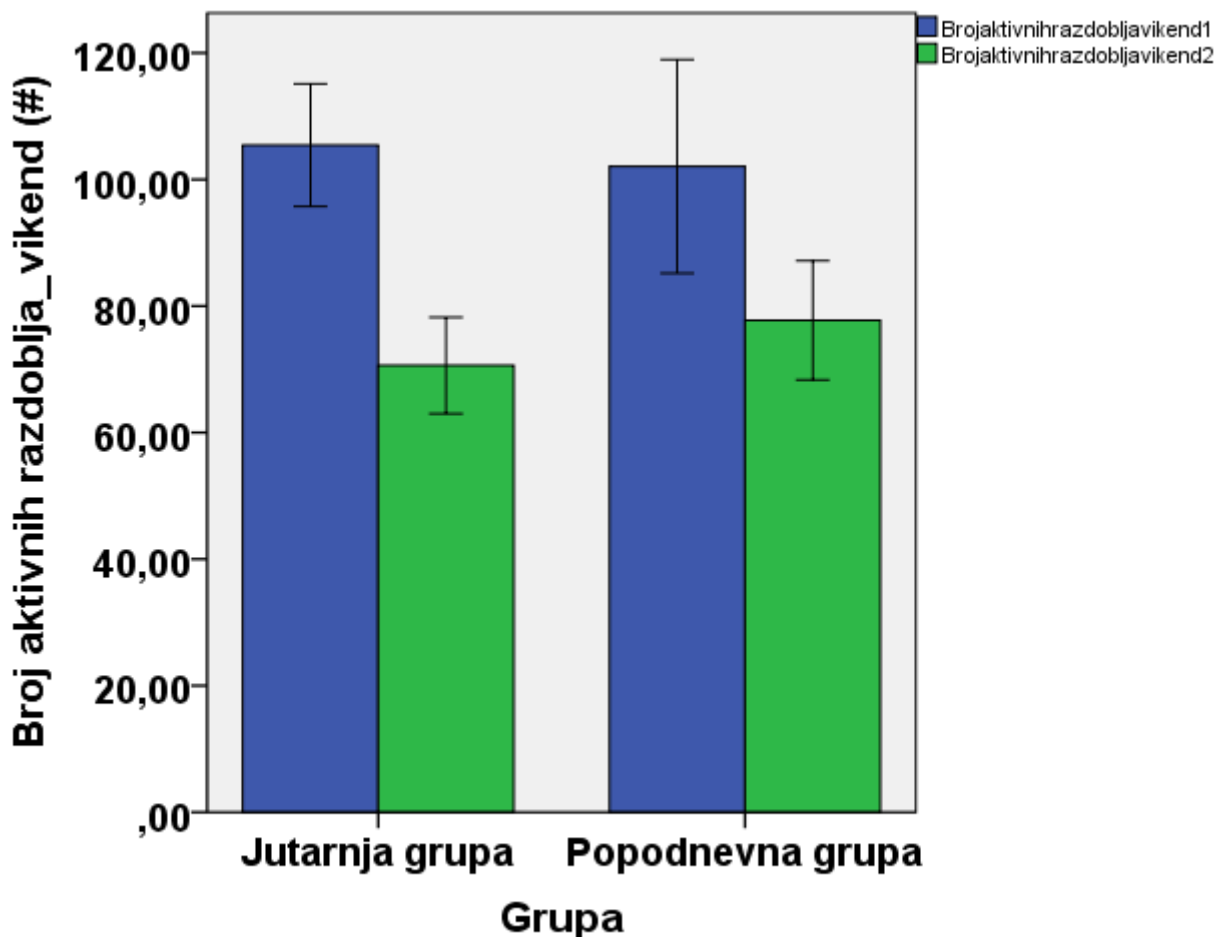
**Prikaz 17.** Prosječna učinkovitost spavanja tijekom cjelokupnog tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Prikaz 18. prikazuje promjene u broju aktivnih razdoblja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u broju aktivnih razdoblja tjedna. Specifično, jutarnja grupa je povećala broj aktivnih razdoblja tijekom tjedna za 8.5% (Z - vrijednost = -0.046, p – vrijednost = 0.964), dok je popodnevna grupa smanjila broj aktivnih razdoblja tijekom tjedna za 12.5% (Z - vrijednost = -1.004, p – vrijednost = 0.316). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.909, p – vrijednost = 0.363), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u broju aktivnih razdoblja tijekom tjedna.



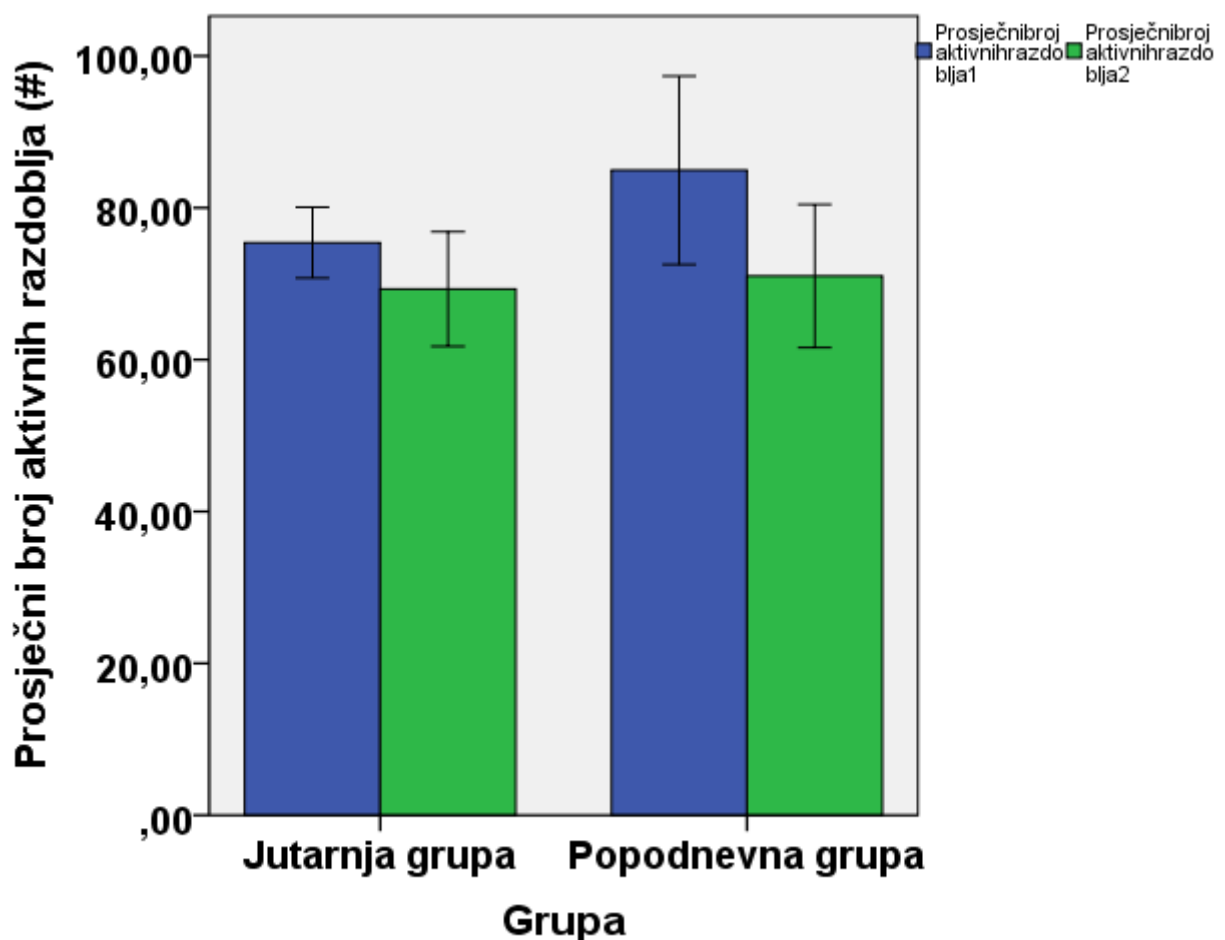
**Prikaz 18.** Prosječni broj aktivnih razdoblja tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa ( $p < 0.05$ )

Prikaz 19. prikazuje promjene u broju aktivnih razdoblja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom vikenda. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički značajnih promjena u broju aktivnih razdoblja tijekom vikenda gdje je jutarnja grupa značajno smanjila broj aktivnih razdoblja tijekom vikenda za 33.0% (Z - vrijednost = -3.097, p – vrijednost = 0.002) dok je popodnevna grupa smanjila broj aktivnih razdoblja tijekom vikenda za 23.8% (Z - vrijednost = -1.399, p – vrijednost = 0.162), ali se vremenske promjene nisu pokazale značajnima. Konačno, interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.739, p – vrijednost = 0.460), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u broju aktivnih razdoblja tijekom vikenda koje nisu bile na razini značajnosti.



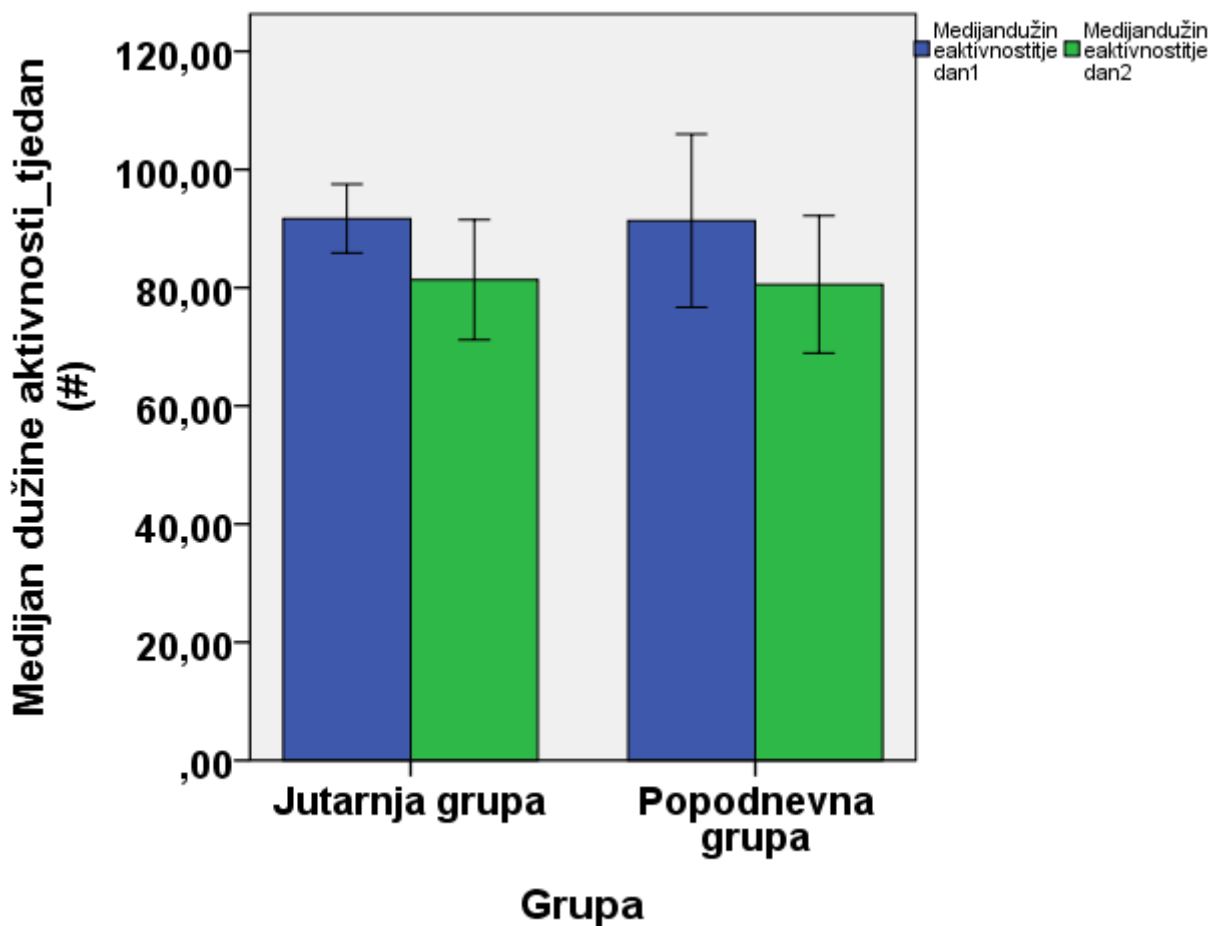
**Prikaz 19.** Prosječni broj aktivnih razdoblja tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Prikaz 20. prikazuje prosječne promjene u broju aktivnih razdoblja kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom cjelokupnog tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima je dovela do statistički neznačajnih promjena u broju aktivnih razdoblja tijekom cjelokupnog tjedna. Specifično, jutarnja grupa je smanjila broj aktivnih razdoblja tijekom vikenda za 8.1% (Z - vrijednost = -1.002, p – vrijednost = 0.316) dok je popodnevna grupa smanjila broj aktivnih razdoblja tijekom vikenda za 16.4% (Z - vrijednost = -1.840, p – vrijednost = 0.066). Konačno, interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.435, p – vrijednost = 0.663), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste prosječne promjene u broju aktivnih razdoblja tijekom cjelokupnog tjedna.



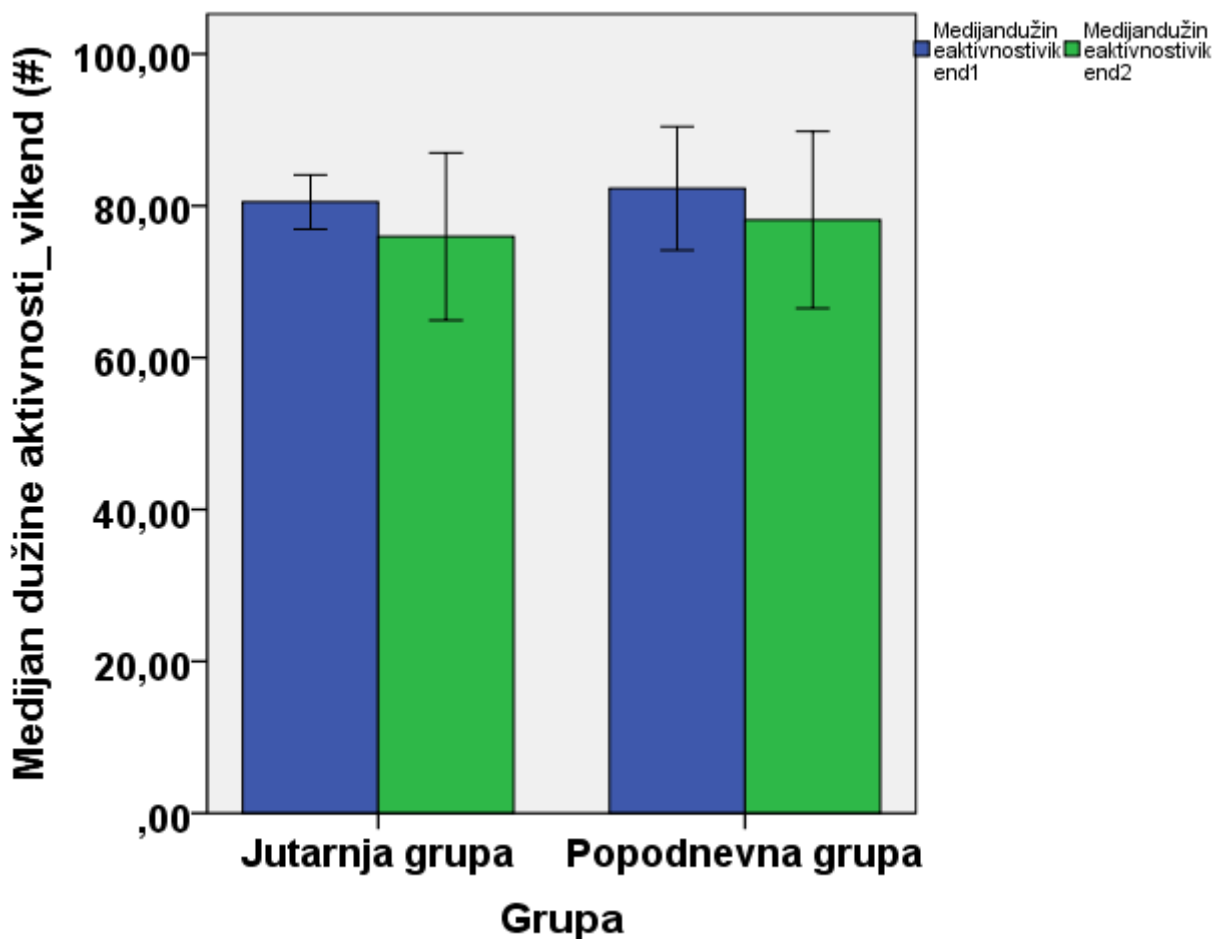
**Prikaz 20.** Prosječni broj aktivnih razdoblja tijekom cjelokupnog tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Prikaz 21. prikazuje promjene u medijanu dužine aktivnosti kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u medijanu dužine aktivnosti tijekom tjedna. Specifično, jutarnja grupa je smanjila medijan dužine aktivnosti tijekom tjedna za 11.3% (Z - vrijednost = -1.537, p – vrijednost = 0.124) dok je popodnevna grupa smanjila medijan dužine aktivnosti tijekom tjedna za 11.8% (Z - vrijednost = -0.852, p – vrijednost = 0.394). Konačno, interakcija vremena i grupe je pokazala statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -1.647, p – vrijednost = 0.100), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u medijanu dužine aktivnosti tijekom tjedna.



**Prikaz 21.** Medijan dužine aktivnosti tijekom tjedna u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

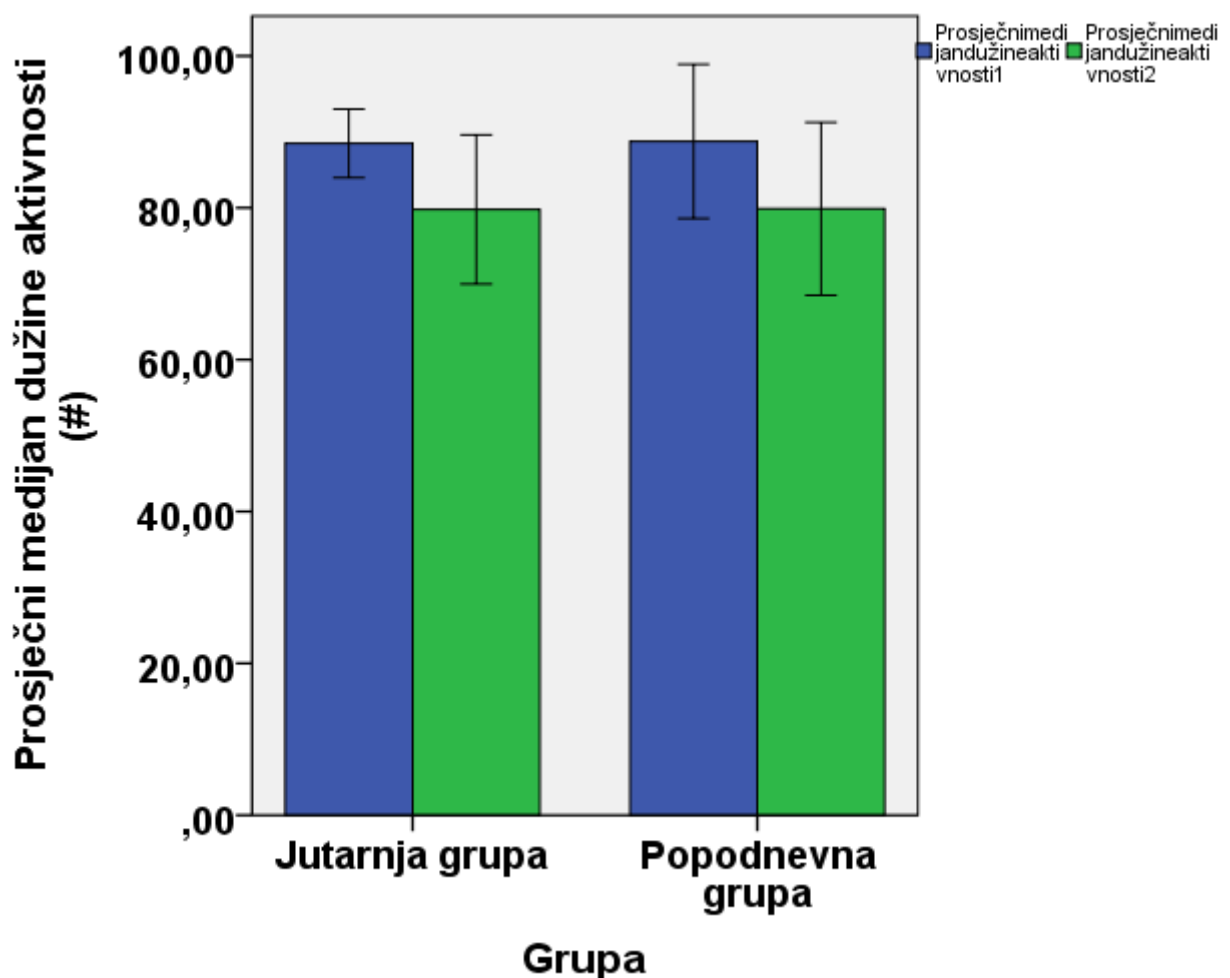
Prikaz 22. prikazuje promjene u medijanu dužine aktivnosti kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom vikenda. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u medijanu dužine aktivnosti tijekom vikenda. Specifično, jutarnja grupa je smanjila medijan dužine aktivnosti tijekom vikenda za 5.3% (Z - vrijednost = -0.011, p – vrijednost = 0.991) dok je popodnevna grupa smanjila medijan dužine aktivnosti tijekom vikenda za 5.0% (Z - vrijednost = -0.015, p – vrijednost = 0.988). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -0.189, p – vrijednost = 0.850), što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste promjene u medijanu dužine aktivnosti tijekom vikenda.



**Prikaz 22.** Medijan dužine aktivnosti tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa



Prikaz 23. prikazuje promjene u prosječnom medijanu dužine aktivnosti kod jutarnje i popodnevne grupe tijekom cjelokupnog tjedna. Intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjim i popodnevnim satima dovela je do statistički neznačajnih promjena u prosječnom medijanu dužine aktivnosti tijekom cjelokupnog tjedna. Specifično, jutarnja grupa smanjila je prosječni medijan dužine aktivnosti tijekom cjelokupnog tjedna za 9.8% (Z - vrijednost = -1.184, p – vrijednost = 0.236) dok je popodnevna grupa smanjila prosječni medijan dužine aktivnosti tijekom cjelokupnog tjedna za 10.0% (Z - vrijednost = -0.730, p – vrijednost = 0.465). Konačno, interakcija vremena i grupe pokazala je statistički neznačajne glavne učinke (Z - vrijednost = -1.515, p – vrijednost = 0.130) što znači kako su jutarnja i popodnevna grupa doživjele iste prosječne promjene u medijanu dužine aktivnosti tijekom cjelokupnog vikenda.



**Prikaz 23.** Prosječni medijan dužine aktivnosti tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi u početnom i završnom mjerenju korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

#### 4.4. Učinci broja koraka, različitih intenziteta tjelesne aktivnosti i sedentarnog ponašanja na karakteristike spavanja mjerenih objektivnom metodom akcelerometara

Osnovni deskriptivni parametri i grupne promjene jutarnje i popodnevne intervencije 30-minutne tjelesne aktivnosti se nalaze u tablici 11. Iako do vremenskih promjena i promjena unutar pojedine intervencije (jutarnja i popodnevna) tijekom 4 tjedna nije došlo, interakcija vremena i intervencije pokazala je značajne glavne učinke u bavljenju tjelesnom aktivnošću umjerenog i umjerenog-visokog intenziteta. Naime, jutarnja grupa smanjila je vrijeme bavljenja tjelesnom aktivnošću umjerenog intenziteta za 13.0%, dok je popodnevna grupa povećala vrijeme provedeno u aktivnostima umjerenog intenziteta za 31.8%. S druge strane, obje su grupe povećale vrijeme bavljenja tjelesnom aktivnošću umjerenog-visokog intenziteta, s time da je promjena kod jutarnje grupe bila trivijalna (2.5%) dok je povećanje kod popodnevne grupe bilo umjereno (49.1%).

**Tablica 11.** Osnovni deskriptivni parametri karakteristika tjelesne aktivnosti između grupa ispitanika prikazanih kao medijani (interkvartilni raspon) korištenjem Man Whitney Z-testa i Wilcoxonovog rank testa

Varijable	Grupa		P – vrijednost (grupne promjene)
	Jutarnja grupa	Popodnevna grupa	
Broj koraka (#)			
Početno mjerenje	9080 (6567 – 11159)	7653 (3990 – 9666)	0.078
Završno mjerenje	9143 (6747 - 10871)	7336 (5313 - 10475)	0.402
P – vrijednost (vremenske promjene)	0.258	0.357	
Sedentarno ponašanje (sati)			
Početno mjerenje	9.44 (8.80 – 10.66)	9.59 (8.01 – 10.75)	0.776
Završno mjerenje	9.21 (8.45 -10.81)	9.25 (7.40 – 10.91)	0.551
P – vrijednost (grupne promjene)	0.770	0.931	
Niski intenzitet (sati)			
Početno mjerenje	5.63 (5.11 – 6.58)	5.21 (4.54 – 5.45)	0.052

Završno mjerenje	6.17 (5.04 – 7.00)	5.26 (4.10 – 5.95)	0.054
P – vrijednost (grupne promjene)	0.058	0.170	
Umjereni intenzitet (sati)			
Početno mjerenje	1.15 (0.78 – 1.80)	0.87 (0.31 – 1.52)	0.121
Završno mjerenje	1.09 (0.71 – 1.66)	0.93 (0.48 – 1.77)	0.551
P – vrijednost (grupne promjene)	0.137	0.181	
Visoki intenzitet (min)			
Početno mjerenje	0.03 (0.00 – 0.01)	0.00 (0.00 – 0.01)	0.717
Završno mjerenje	0.02 (0.00 – 0.01)	0.00 (0.00 – 0.01)	0.991
P – vrijednost (grupne promjene)	0.879	0.116	
Umjereno-visoki intenzitet (sati)			
Početno mjerenje	1.18 (0.78 – 1.81)	0.87 (0.31 – 1.52)	0.130
Završno mjerenje	1.11 (0.71 – 1.67))	0.93 (0.48 – 1.77)	0.551
P – vrijednost (grupne promjene)	0.124	0.181	

Tablica 12. pokazuje korelacije promjena kod parametara tjelesne aktivnosti i njihovu povezanost s parametrima kvalitete spavanja. Kod jutarnje grupe veći broj koraka doveo je do značajnog smanjenja vremena budnosti te broja aktivnih razdoblja, dok se učinkovitost spavanja značajno poboljšala. Provođenje tjelesne aktivnosti nižeg intenziteta kroz duže vremensko razdoblje bilo je značajno povezano s dužim spavanjem, boljom učinkovitošću spavanja te smanjenim proteklim vremenom spavanja i vremenom budnosti. Tjelesna aktivnost umjerenog intenziteta smanjila je vrijeme budnosti i broj aktivnih razdoblja te povećala učinkovitost spavanja, dok je tjelesna aktivnost visokog intenziteta dovela do značajnog povećanja ukupnog vremena spavanja i učinkovitosti spavanja, te smanjenja vremena budnosti i broja aktivnih razdoblja. Konačno, tjelesna aktivnost umjerenog-visokog intenziteta značajno je povećala ukupno vrijeme spavanja te učinkovitost spavanja i smanjila vrijeme budnosti i broj aktivnih razdoblja. Kod drugih parametara nije došlo do statistički značajnih povezanosti.

**Tablica 12.** Korelacije promjena tjelesne aktivnosti i karakteristika spavanja kod jutarnje grupe ispitanika

Varijable	Broj koraka	Sedentarno ponašanje	Niski intenzitet	Umjereni intenzitet	Visoki intenzitet	Umjereni-visoki intenzitet
Trajanje spavanja	0.245	-0.322	0.510**	-0.072	0.102	0.235
Proteklo vrijeme spavanja	0.216	-0.178	-0.437*	-0.111	-0.327	-0.147
Ukupno vrijeme spavanja	0.357	-0.302	0.102	0.242	0.409*	0.534*
Vrijeme budnosti	-0.571**	0.088	-0.544**	-0.394*	-0.564**	-0.420*
Učinkovitost spavanja	0.584**	-0.221	0.425*	0.402*	0.698**	0.719***
Broj aktivnih razdoblja	-0.480*	0.352	-0.328	-0.448*	-0.660**	-0.626**
Medijan dužine aktivnosti	0.137	0.132	0.054	0.033	0.336	0.138

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$

Tablica 13. pokazuje korelacije promjena kod parametara tjelesne aktivnosti i njihovu povezanost s parametrima kvalitete spavanja kod popodneve grupe. Veći broj koraka doveo je do značajnog poboljšanja trajanja spavanja i učinkovitosti spavanja, smanjenja vremena budnosti te broja aktivnih razdoblja. Duže vremena provedeno u sedentarnim ponašanjima dovelo je do kraćeg ukupnog vremena spavanja, dužeg vremena budnosti i manje učinkovitosti spavanja. Tjelesna aktivnost umjerenog-visokog intenziteta značajno je povećala ukupno vrijeme spavanja, te učinkovitost spavanja i smanjila vrijeme budnosti. Kod drugih parametara nije došlo do statistički značajnih povezanosti.

**Tablica 13.** Korelacije promjena tjelesne aktivnosti i karakteristika spavanja kod popodneve grupe ispitanika

Varijable	Broj koraka	Sedentarno ponašanje	Niski intenzitet	Umjereni intenzitet	Visoki intenzitet	Umjereni-visoki intenzitet
Trajanje spavanja	0.406*	0.060	0.475*	0.305	0.239	0.261
Proteklo vrijeme spavanja	-0.053	-0.082	-0.221	0.030	-0.043	-0.030
Ukupno vrijeme spavanja	0.323	-0.582**	-0.092	0.274	0.313	0.491*
Vrijeme budnosti	-0.297	0.422*	-0.164	-0.142	-0.288	-0.321*
Učinkovitost spavanja	0.130	-0.525*	-0.139	0.127	0.362	0.479*
Broj aktivnih razdoblja	-0.262	0.099	-0.056	-0.156	-0.067	-0.042
Medijan dužine aktivnosti	-0.066	0.145	0.068	0.017	-0.202	-0.224

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$

## 5. RASPRAVA

### 5.1. Sažetak rezultata istraživanja

Opći cilj ovoga istraživanja jest bio utvrditi učinak intervencija u trajanju od 4 tjedna (dopodnevne i popodnevene tjelesne aktivnosti te tečaja higijene spavanja) na kvalitetu spavanja u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.

Glavna saznanja ovog istraživanja jesu: 1) jutarnja grupa značajno je povećala trajanje spavanja tijekom dana vikenda, s obzirom na popodnevnu grupu, kod koje nisu zamijećene značajne razlike; 2) komponente mjerene subjektivnom metodom Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja pokazale su značajne vremenske promjene u kvaliteti spavanja, koja se povećala u sve tri grupe ispitanika dok je grupa higijene spavanja imala najveće pozitivne promjene, s obzirom na jutarnju i popodnevnu grupu; 3) latencija spavanja značajno se vremenski poboljšala, pogotovo u jutarnjoj grupi, iako su interakcije vremena i intervencije pokazale slične promjene u sve tri grupe ispitanika; 4) trajanje spavanja značajno se povećalo tijekom vremenskog razdoblja, pogotovo u grupi higijene spavanja, koja je pokazala značajno bolje vrijednosti, s obzirom na popodnevnu i jutarnju grupu; 5) vremenski značajna bolja učinkovitost spavanja pokazala se kod sve tri grupe ispitanika, pogotovo u grupi higijene spavanja i popodnevnoj grupi sa sličnim postotkom promjene dok je manji postotak promjene bio izražen u jutarnjoj grupi; 6) značajno smanjenje poremećaja u spavanju dogodilo se kod sve tri grupe ispitanika, dok nema grupnih razlika i značajnih glavnih učinaka između interakcije vremena i intervencije; 7) značajno smanjenje disfunkcija spavanja, pogotovo u grupi higijene spavanja, koja je ostvarila najbolje vrijednosti; 8) kada se sve komponente spavanja spoje u cjelokupnu kvalitetu spavanja, rezultati su pokazali značajne vremenske promjene unutar grupa, te u interakciji vremena i intervencije, gdje su najbolje vrijednosti ostvarene u grupi higijene spavanja, te u popodnevnoj i jutarnjoj grupi.

Kod promjena u komponentama spavanja mjerenih objektivnom metodom akcelerometrije, rezultati istraživanja su pokazali sljedeće: 1) značajno vremensko smanjenje spavanja tijekom vikenda kod jutarnje i popodnevene grupe; 2) značajno smanjenje proteklog vremena spavanja tijekom vikenda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi, te cjelokupnog tjedna u popodnevnoj grupi; 3) značajno vremensko smanjenje ukupnog vremena spavanja tijekom vikenda kod jutarnje i popodnevene grupe, gdje je jutarnja grupa spavala manje, s obzirom na popodnevnu grupu, te smanjenje prosječnog ukupnog vremena spavanja; 4) vremenske promjene tijekom tjedna i cjelokupnog tjedna, gdje se učinkovitost spavanja značajno vremenski smanjila kod obje grupe ispitanika, međutim interakcija vremena i intervencije pokazal se statistički neznačajnom; 5) broj aktivnih razdoblja značajno se promijenio kod obje grupe tijekom vikenda, gdje je jutarnja grupa imala veće povećanje broja aktivnih razdoblja, a popodnevna grupa smanjenje broja aktivnih razdoblja; te 6) nema značajnih promjena medijana broja aktivnosti tijekom vremena, između grupa i u interakciji vremena i intervencije.

Konačno, učinci broja koraka, različitih intenziteta tjelesne aktivnosti i sedentarnog ponašanja na karakteristike spavanja mjerenih objektivnom metodom akcelerometara jesu pokazali, kako je: 1) kod jutarnje grupe broj koraka značajno povezan sa smanjenim vremenom budnosti i broju aktivnih razdoblja, te pozitivno povezan s učinkovitošću spavanja; 2) niski intenzitet tjelesne aktivnosti pozitivno povezan s trajanjem spavanja i učinkovitošću spavanja, a obrnuto povezan s proteklom vremenom spavanja i vremenom budnosti; 3) umjereni i visoki intenziteti tjelesne aktivnosti pokazali su se pozitivno povezani s učinkovitošću spavanja, a obrnuto povezani s trajanjem budnosti i brojem aktivnih razdoblja dok je visoki intenzitet bio pozitivno povezan s ukupnim vremenom spavanja, za razliku od umjerenog intenziteta tjelesne aktivnosti; te 4) umjereni-visoka razina tjelesne aktivnosti pozitivno je djelovala na ukupno vrijeme spavanja, učinkovitost spavanja, te smanjenje broja budnosti i broja aktivnih razdoblja. Kod popodnevene grupe, rezultati su pokazali: 5) broj koraka značajno je pozitivno povezan s trajanjem spavanja; 6) vrijeme provedeno u sedentarnim ponašanjima povećalo je vrijeme budnosti, a smanjilo ukupno vrijeme spavanja i učinkovitost spavanja; 7) niska razina tjelesne aktivnosti značajno je povećala trajanje spavanja, dok umjereni i visoka razina tjelesne aktivnosti nisu bile značajno povezane s karakteristikama spavanja; te 8) umjereni-visoka razina tjelesne aktivnosti značajno je pozitivno povezana s ukupnim vremenom spavanja i učinkovitošću spavanja, a obrnuto s vremenom budnosti.

## 5.2. Povezanost tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja

Kvaliteta i arhitektura spavanja sve se više prepoznaju kao bitne komponente tjelesnog, mentalnog i emocionalnog zdravlja (Chaput i sur., 2020). Zdrav san često se definira odgovarajućim trajanjem, dobrom kvalitetom, odgovarajućim vremenskim rasporedom i odsutnost poremećaja spavanja (Buysse, 2014). Međutim, zbog užurbanosti življenja i svakodnevnim stresom, nedovoljno trajanje i kvaliteta sna postali su globalni problem u mnogim zemljama i svim populacijama, s obzirom na njegovu visoku prevalenciju i povezanost s mnogim negativnim čimbenicima i većom razinom smrtnosti (Shen i sur., 2016; He i sur., 2020; Lin i sur., 2023; Windred i sur., 2024). Uz dobru kvalitetu spavanja, najčešći čimbenik, koji potencijalno može pomoći u unaprjeđenju funkcija spavanja, jest tjelesna aktivnost (Kline i sur., 2021). Iako se tjelesna aktivnost preporuča kao ne-farmakološko sredstvo za poboljšanje kvalitete i arhitekture spavanja (Kline, 2014; Tsunoda i sur., 2015; Banno i sur., 2018; Chen i sur., 2024) do danas je primjena farmakoloških sredstava za poboljšanje funkcija spavanja u većoj mjeri učestalija od strane osoba starije životne dobi (Abad & Guilleminault, 2018). Prema Beerovim kriterijima, lijekovi koji se smatraju neprikladnima za upotrebu protiv nesanice i za bolju kvalitetu spavanja kod starijih osoba uključuju oralne dekongestive, stimulanse i teobromine, te se preporučuje izbjegavanje upotrebe benzodiazepina, ne-benzodiazepina s afinitetom za benzodiazepinske receptore i antikolinergike, kao i antagoniste H<sub>2</sub> receptora, antikonvulzive i antipsihotike. Nažalost, najčešće propisivani lijekovi za liječenje poremećaja spavanja uključuju benzodiazepine kod starijih osoba; to je unatoč njihovom potencijalnom riziku od štetnih učinaka i neučinkovitosti u održavanju kvalitete sna (Bourgeois i sur., 2013; Ng i sur., 2018; Kumar i sur., 2019; Hollsten i sur., 2020).

Iako je prevalencija korištenja farmakoloških sredstava još uvijek dosta visoka u liječenju problema sa spavanjem kod osoba starije životne dobi (Gradner & Perlis, 2019; Hollsten i sur., 2020; Taniteny i sur., 2020; Carvalho-Silva i sur., 2024), tjelesna aktivnost i zadovoljenje preporuka o bavljenju tjelesnom aktivnošću sve se više preporučuje, kao primarna zaštita unaprjeđenju spavanja.



Do danas je velik broj istraživanja nastojao utvrditi povezanosti i učinke tjelesne aktivnosti na komponente spavanja kod osoba starije životne dobi (Benloucif i sur., 2004; Reid i sur., 2010; Holfeld & Ruthig i sur., 2014; Tsunoda i sur., 2015; Varrasse i sur., 2015; Sahin, 2017; Li i sur., 2018b; Morelhão i sur., 2019; Sullivan Bisson i sur., 2019; Vanderlinden i sur., 2020; Kahn i sur., 2021; Seol i sur., 2021a; Seol i sur., 2021b; Wang & Boros, 2021; Vogel i sur., 2021; Saidi i sur., 2021; Seol i sur., 2022; Silva i sur., 2022; Solis-Navarro i sur., 2023; Monteiro i sur., 2023; Huang i sur., 2023; Bjornsdottir i sur., 2024). Najveći broj istraživanja utvrđivao je učinke tjelesne aktivnosti na probleme spavanja, kao što je apneja (Peng i sur., 2022), te se uspostavilo kako tjelesna aktivnost ima pozitivne učinke na kroničnu nesanicu, uključujući poboljšanja kvalitete sna, učinkovitosti i trajanja sna, kao i smanjenje latencije početka spavanja i budnost nakon početka spavanja (Monteiro i sur., 2023). Isto je istraživanje pokazalo kako umjerena-visoka razina tjelesne aktivnosti je pozitivno povezana s dobrom kvalitetom sna, a šetnja se pokazala pozitivno povezanom s adekvatnim trajanjem spavanja po noći (Monteiro i sur., 2023).

Osobe starije životne dobi, koje su zadovoljile preporuke od minimalno 150 minuta bavljenja tjelesnom aktivnošću umjerenog-visokog intenziteta su imale 1.2 puta veću vjerojatnost za boljom kvalitetom spavanja, te one koje su regularno hodale su imale 1.2 puta veću vjerojatnost za zadovoljenje adekvatnog trajanja spavanja po noći (Monteiro i sur., 2023). Također, istraživanje Li i sur. (2018) pokazalo je kako je visoka razina tjelesne aktivnosti mjerena uz pomoć skale tjelesne aktivnosti za osobe starije životne dobi povezana s nižom razinom subjektivne loše kvalitete spavanja, latencije spavanja, trajanjem spavanja, učinkovitošću i disfunkcijom spavanja te uzimanjem farmakoloških sredstava za spavanje, dok su slične vrijednosti dobivene s bavljenjem tjelesnom aktivnošću u slobodno vrijeme, a slabije povezanosti dobivene su s kućnom aktivnosti. S druge strane, druga poprečno-presječna istraživanja jesu pokazala kako ne postoje značajne povezanosti između tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja, što se najčešće objašnjava niskom razinom bavljenja tjelesnom aktivnošću te različitim procjenama intenziteta tjelesne aktivnosti (Vogel i sur., 2021). Primjerice, u istraživanju Vogela i sur. (2021) akcelerometrijski podaci imali su tendenciju podcjenjivanja intenziteta tjelesne aktivnosti, te se pokazalo kako sporo hodanje od već 2.4 km/h kod osoba starije životne dobi predstavlja umjereno-visoki intenzitet tjelesne aktivnosti (Hall i sur., 2013). Slična saznanja dobivena su u istraživanju Sahina (2017) gdje nije došlo do značajne povezanosti između subjektivno procijenjene razine tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja kod osoba starije životne dobi.

Zaključci temeljeni na poprečno-presječnim istraživanjima ne mogu se generalizirati jer ne uključuju kauzalnost veza između tjelesne aktivnosti i spavanja kod osoba starije životne dobi, te mali uzorak ispitanika smanjuje statističku snagu. Pregledom literature, longitudinalna istraživanja poveznica tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja relativno su malobrojna (Reid i sur., 2010; Holfeld & Ruthig i sur., 2014; Tsunoda i sur., 2015; Sullivan Bisson i sur., 2019; Seol i sur., 2021; Seol i sur., 2022; Bjornsdottir i sur., 2024). Specifično, istraživanje Seola i sur. (2022) pokazalo je značajne pozitivne učinke umjereno-visoke razine tjelesne aktivnosti s povećanjem REM latencije spavanja i povećanje dužine spavanja dok je svakodnevna niska razina tjelesne aktivnosti bila značajno pozitivno povezana s REM latencijom spavanja, N3 fazom spavanja (duboki san) i povećanim delta vrijednostima spavanja. U jednom prospektivnom istraživanju u prosječnom trajanju od 3.4 godine, Tsunoda i sur. (2015) utvrdili su značajne zaštitne učinke umjereno-visoke razine tjelesne aktivnosti, umjereno-niske razine tjelesne aktivnosti i visoke razine tjelesne aktivnosti na subjektivno nedovoljno spavanje kod osoba starije dobi. Naime, rezultati analiza jesu pokazali kako se bavljenjem umjerene-visoke razine tjelesne aktivnosti incidencija nedovoljnog sna može smanjiti za 19% dok je ta vrijednost bila 17% kod osoba starije životne dobi, koji su se bavili tjelesnim aktivnostima visokog intenziteta. S druge strane, umjereno-niska razina tjelesne aktivnosti bila je značajno povezana s nižom incidencijom nedovoljnog sna (42%) kod vrlo starih osoba dok tjelesna aktivnost bilo kojeg intenziteta nije bila značajno povezana s kratkim snom (Tsunoda i sur., 2015). Relativno nedavno istraživanje Seola i sur. (2021), koje je utvrđivalo kombinirane učinke tjelesne aktivnosti i socijalne uključenosti pokazalo je, kako su kombinacija visoke razine tjelesne aktivnosti i niska razina socijalne uključenosti i visoka razina tjelesne aktivnosti i visoka razina socijalne uključenosti povezana s manjom incidencijom poremećaja u spavanju za otprilike 20% i 40%, s obzirom na grupu s niskom razinom tjelesne aktivnosti i socijalne uključenosti.

U najnovijem istraživanju Bjornsdottir i sur. (2024) napravljenoj na bazi 21 centra i 4339 ispitanika pokazano je kako ispitanici koji su cijelo vrijeme bili i ostali tjelesno aktivni (s obzirom na njihovu subjektivnu procjenu) imali nižu vjerojatnost za probleme prilikom uspavljivanja (42%), manje problema sa zadržavanjem spavanja (20%), manjak simptoma insomnije (22%), te su imali nižu vjerojatnost za kraćim (28%) i dužim spavanjem (52%), s obzirom na ispitanike, koji nisu bili tjelesno aktivni.

Zanimljivo, analize su pokazale, kako samo tjelesna aktivnost kod osoba koje su stalno tjelesno aktivne ima značajne pozitivne i zaštitne učinke na probleme prilikom spavanja dok osobe koje su bile aktivne, a odustale od bavljenja tjelesnom aktivnošću ili koje se nikada nisu bavile tjelesnom aktivnošću, nisu imale značajne promjene s kvalitetom spavanja (Bjornsdottir i sur., 2024). Općenito, nekoliko preglednih radova i meta-analiza htjelo je pokazati učinke tjelesne aktivnosti na arhitekturu spavanja (Vanderlinden i sur., 2020; Klein i sur., 2021; Silva i sur., 2022; Solis-Navarro i sur., 2023).

Kao jednu od najčešćih metoda korištenih za utvrđivanje kvalitete sna jest Pittsburgh upitnik kvalitete spavanja (Frye i sur., 2007; Chen i sur., 2008; Chen i sur., 2009; Hosseini i sur., 2011; Chen i sur., 2012; Nguyen i sur., 2012; Melancon i sur., 2015). Učinci različitih intervencija pokazali su slične vrijednosti promjena u cjelokupnoj kvaliteti spavanja te su veličine učinaka mjerenih uz pomoć Cohen D pokazali iznimno jake učinke tjelesne aktivnosti na kvalitetu spavanja (Chen i sur., 2009; Chen i sur., 2010; Chen i sur., 2012; Nguyen i sur., 2012; Smagula i sur., 2016; Karimi i sur., 2016; Hsiao i sur., 2018; Aibar-Almazán i sur., 2019; Fan i sur., 2020; Baker i sur., 2021; Jiménez-García i sur., 2021; Siu i sur., 2021). Također, intervencije različitih programa tjelesne aktivnosti dovelo je do poboljšanja u latenciji spavanja (Chen i sur., 2009; Chen i sur., 2012; Curi i sur., 2018), smanjenja poremećaja u spavanju (Frye i sur., 2007; Chen i sur., 2008; Chen i sur., 2009; Chen i sur., 2010), smanjenje svakodnevne disfunkcije spavanja (Chen i sur., 2009; Chen i sur., 2010; Chen i sur., 2012), povećanje trajanja spavanja (Chen i sur., 2010; Chen i sur., 2012; Chan & Chen, 2016), smanjenje korištenja farmakoloških sredstava (Chen i sur., 2012; Curi i sur., 2018) te povećanje učinkovitosti spavanja (Chen i sur., 2010; Chen i sur., 2012; Chan & Chen, 2016). S druge strane, u preglednom radu i meta-analizi Kleina i sur. (2021) saznanja su pokazala oprečne rezultate o zaštitnom učinku tjelesne aktivnosti na kvalitetu spavanja i njegove ishode, što su objasnili visokom prevalencijom poremećaja u spavanju i velike heterogenosti populacije osoba starije životne dobi (Smagula i sur., 2016). Međutim, povezanosti i utvrđivanje učinaka između tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja pokazala se značajnom u drugim populacijama iznad 18 godina starosti (Rubio-Arias i sur., 2017; Banno i sur., 2018; Xie i sur., 2021) te se općenito može govoriti o pozitivnom trendu učinka tjelesne aktivnosti na spavanje.

Uz korištenje subjektivnih metoda, ovo je istraživanje također koristilo i objektivnu metodu mjerenja razine tjelesne aktivnosti, sedentarnih ponašanja i karakteristike spavanja uz korištenje akcelerometara, te se utvrdilo kako tjelesna aktivnost koja se provodi u različitim intenzitetima može pozitivno djelovati na ishode spavanja, poput produženog trajanja spavanja i učinkovitosti spavanja, te smanjenje ukupnog vremena prije i nakon spavanja, vremena budnosti i aktivnih razdoblja. Slična saznanja dobivena su u prijašnjim istraživanjima na osobama starije životne dobi, koja su koristila objektivne metode polisomnografije (Naylor i sur., 2000; Melancon i sur., 2015; Landry i sur., 2015; Hughes i sur., 2018) i akcelerometara (Oudegeest-Sander i sur., 2013; Bartel i sur., 2015; Doležal i sur., 2017; Kovačević i sur., 2018; Banno i sur., 2018; Bin i sur., 2019; Lowe i sur., 2019; Falck i sur., 2020; Vanderlinden i sur., 2020). U istraživanjima, koja su koristila polisomnografiju, NREM faza spavanja značajno se poboljšala nakon primjene intervencije tjelesne aktivnosti (Melancon i sur., 2015) te su se sporovalne faze spavanja, faza 2 spavanja i vrijeme budnosti nakon spavanja unaprijedile (Naylor i sur., 2000; Melancon i sur., 2015). Također se pokazalo, kako se ukupno vrijeme spavanja značajno poboljšalo (Naylor i sur., 2000). U istraživanjima, koja su koristila akcelerometriju za mjerenje razine tjelesne aktivnosti i kvalitete spavanja (Oudegeest-Sander i sur., 2013; Bartel i sur., 2015; Doležal i sur., 2017; Kovačević i sur., 2018; Banno i sur., 2018; Bin i sur., 2019; Lowe i sur., 2019; Falck i sur., 2020; Vanderlinden i sur., 2020), rezultati su pokazali, kako akutno i redovito bavljenje tjelesnom aktivnošću imaju jake pozitivne učinke na kvalitetu spavanja dok su umjereni učinci dobiveni kod bavljenja tjelesnom aktivnošću kroz duže vremensko razdoblje, te je jačina učinaka na kvalitetu spavanja neovisna o dobi, spolu ili intenzitetu tjelesne aktivnosti (Klein i sur., 2021).

Metodologija ovog istraživanja utemeljena je na prikupljanju subjektivnih i objektivnih podataka za kvantifikaciju kvalitete spavanja kod osoba starije životne dobi. Iako obje metode imaju svoje prednosti i nedostatke (Landry i sur., 2015), korelacija između metoda pokazala se slaba do umjereni (O'Donnell i sur., 2009), što je u skladu s našim rezultatima ( $r = 0.26$ ), te se učinci tjelesne aktivnosti moraju gledati kroz prizmu prisjećanja i doživljaja spavanja i njegovih karakteristika, nasuprot mjerenja razina spavanja kod objektivnih metoda.

Naši rezultati slažu se s rezultatima prijašnjih istraživanja, koja su koristila subjektivne (primarno Pittsburgh upitnik kvalitete spavanja) i objektivne metode (akcelerometrija) za utvrđivanje spavanja i njegovih promjena prilikom određenih intervencija tjelesne aktivnosti (Frye i sur., 2007; Chen i sur., 2008; Chen i sur., 2009; Hosseini i sur., 2011; Chen i sur., 2012; Nguyen i sur., 2012; Oudegeest-Sander i sur., 2013; Melancon i sur., 2015; Bartel i sur., 2015; Doležal i sur., 2017; Kovačević i sur., 2018; Banno i sur., 2018; Bin i sur., 2019; Lowe i sur., 2019; Falck i sur., 2020; Vanderlinden i sur., 2020). Iako rezultati ovog istraživanja nisu pokazali značajne interakcije vremena i intervencije (što znači kako između grupa ispitanika nije bilo razlika u promjenama u određenoj varijabli), u većini parametara kvalitete sna mjenog subjektivnom metodom došlo je do značajnih poboljšanja primjenom jutarnje i popodne tjelesne aktivnosti kroz šetanje, te u grupi higijene spavanja. S druge strane, nešto drugačiji rezultati dobiveni su u mjerama spavanja mjenih objektivnom metodom, gdje generalno nije došlo do značajnih vremenskih promjena ili promjena između grupa (jutarnja nasuprot popodne) u parametrima spavanja. Međutim, bavljenje tjelesnom aktivnošću tijekom popodnevnih sati doveo je do blagotvornijih učinaka na kvalitetu spavanja, u smislu smanjenja vremena budnosti i broja aktivnih radnji prilikom spavanja, s obzirom na jutarnju grupu. Stoga se za utvrđivanje cjelokupne slike spavanja trebaju koristiti obje metode, kako bi se pokrile cjeline samo-procijenjenog i objektivno-mjenog sna. Tomu govori činjenica, kako su i subjektivna i objektivna metoda prikupljanja podataka o spavanju značajno podložne i dovoljno osjetljive na intervencije koje uključuju tjelesnu aktivnost (Vanderlinden i sur., 2020; Solis-Navarro i sur., 2023).

Kako je gore navedeno, korištenjem subjektivnih metoda procjene kvalitete spavanja dovelo je do značajnih promjena primjenom intervencije u sve tri grupe ispitanika, dok kod objektivnih metoda nije generalno došlo do značajnih vremenskih promjena. Naime, subjektivne metode često dovode do podcjenjivanja ili precjenjivanja određene vrijednosti, što je možebitno bio slučaj u ovom istraživanju. Također, Pittsburgh upitnik kvalitete spavanja korišten kao subjektivna metoda ispituje o kvaliteti spavanja i njenim komponentama u zadnjih 30 dana, dok su se akcelerometri nosili tjedan dana i zabilježili određene karakteristike spavanja i razine tjelesne aktivnosti u tom vremenskom razdoblju. Nadalje, relativno mali uzorak ispitanika, koji uvelike povećava heterogenost unutar pojedine grupe mogao je dovesti do nedovoljne statističke snage ANOVE za ponovljena mjerenja korištenjem objektivnih metoda, jer su se sve analize radile uz korekciju  $p$  – vrijednosti, s obzirom na broj grupa ( $N = 3$ ).

Nažalost, zbog nemogućnosti provedbe objektivnih metoda kvalitete i trajanja spavanja i tjelesne aktivnosti u grupi higijene spavanja, ne možemo sa sigurnošću utvrditi određene povezanosti između tjelesne aktivnosti i spavanja u sve tri grupe ispitanika. Međutim, pretpostavlja se kako kratko trajanje intervencije (4 tjedna) nije moglo dovesti do određenih pozitivnih povezanosti između tjelesne aktivnosti i spavanja, što se utvrdilo i u prijašnjim istraživanjima, gdje su se najveći učinci događali u intervencijskim istraživanjima u trajanju od oko 12 tjedana (Vanderlinden i sur., 2020). Budući da su ispitanici bili dio domova za osobe starije dobi na području grada Zagreba, ne možemo isključiti utjecaj nekih drugih popratnih parametara, poput motivacije, strogog držanja naputaka unutar pojedine grupe, broja dolazaka na termin intervencije tjelesne aktivnosti žustrog hoda u jutarnjoj i popodnevnoj grupi te samom intenzitetu tjelesne aktivnosti. Naime, istraživanje Vanderlindena i sur. (2020) pokazalo je kako je niski intenzitet kod osoba starije životne dobi optimalna mjera za polučenje pozitivnih zdravstvenih promjena, gdje bazično hodanje za njih već predstavlja umjereni do visoki intenzitet. S druge strane, intenzitet tjelesne aktivnosti propisan od strane mjeritelja/istraživača na početku istraživanja bio je definiran kao 'žustro' hodanje, koji će predstavljati umjereni do visoki intenzitet za ispitanike u svakoj grupi. Postoji mogućnost kako 'žustro' hodanje nije za svakoga bio jednaki intenzitet (neki su obavljali program intervencije lakše, a neki teže) te su ispitanici s nižom razinom tjelesne spremnosti imali drugačije fiziološke promjene, s obzirom na 'bolje' utrenirane ispitanike. Nažalost, razina tjelesne spremnosti nije se ispitala u ovom istraživanju te je samo za pretpostaviti kako termin 'žustrog' hodanja uz korištenje „talk testa“, iako potvrđene valjane metode umjerenog-do-visokog intenziteta za osobe starije životne dobi (Reed & Pipe, 2014; Reed & Pipe, 2016) može biti tek jedna od metoda za definiranje adekvatnog intenziteta tjelesne aktivnosti kod osoba starije životne dobi.

### **5.3. Učinci hodanja, različitih intenziteta tjelesne aktivnosti i dužine intervencija na karakteristike spavanja**

Kada se utvrđuju učinci tjelesne aktivnosti na spavanje putem intervencija, većina istraživanja ispitivala je utjecaje strukturiranih intervencija vježbanja kao eksperimentalne paradigme kod osoba starije životne dobi (Stevenson i Topp., 1990; Naylor i sur., 2000; Frye i sur., 2007; Chen & Tseng, 2008; Chen i sur., 2009; Reid i sur., 2010; Chen i sur., 2010; Hosseini i sur., 2010; Chen i sur., 2012; Nguyen & Kruse, 2012; Hariprasad i sur., 2013). Najčešće izvođeni sustavi treninga uključuju primjenu yoge (Chen i sur., 2010; Cheung i sur., 2014; Baklouti i sur., 2023) višekomponentnog treninga sastavljenog od vježbi istežanja i jačanja (Vaz Fragoso i sur., 2015; Bademli i sur., 2018), aerobnog treninga (Oudegeest-Sander i sur., 2013) i pilatesa (Pereira i sur., 2022). S obzirom na gore-navedene režime treninga, mali broj istraživanja nastojao je utvrditi utjecaj hodanja na parametre spavanja kod osoba starije životne dobi (Hirano i sur., 2011; Sullivan Bisson i sur., 2019; Falck i sur., 2020). Kako bi se odredile uspješne strategije za povećanje tjelesne aktivnosti, važno je razumjeti razloge bavljenja tjelesnom aktivnošću. Kod osoba starije životne dobi, nemogućnost bavljenja umjerenom-visokom razinom tjelesne aktivnosti najčešće leži u zdravstvenim lokomotornim ili mentalnim problemima. Također je pokazano kako je hodanje jedna od najzastupljenijih vrsta tjelesne aktivnosti kod osoba starije životne dobi (Sullivan Bisson i sur., 2019). Iz tih razloga mnoge nedavne inicijative, kao što su 'Walk Boston' ([www.walkboston.org](http://www.walkboston.org)) i 'Zajednice hodanja' ([www.walkable.org](http://www.walkable.org)), počele su svakodnevno poticati hodanje. Hodanje je aktivnost s malim učinkom koju je lako pratiti i sigurna je za sve dobne skupine, a lako se potiče tijekom dana (Morris & Hardman, 1997).

Interesantno, istraživanje Sullivan Bisson i sur. (2019) pokazalo je kako viša razina napravljenih dnevnih koraka kroz umjerenu razinu tjelesne aktivnosti, poput hodanja, značajno povećava kvalitetu spavanja kod žena. S druge strane, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinke umjerenog-visokog intenziteta tjelesne aktivnosti u obliku hodanja na parametre spavanja. Razlog neznčajnih vremenskih razlika u određenim komponentama spavanja dobivenih objektivnom metodom mjerenja leži u činjenici kako umjerenom-visoka razina tjelesne aktivnosti ne dovodi nužno do povećanja kvalitete i arhitekture spavanja (Kishida & Elavsky, 2016). To je potvrđeno i u prijašnjim istraživanjima, gdje viša razina tjelesne aktivnosti može imati čak i negativne učinke na kvalitetu spavanja kod osoba starije životne dobi (Wunsch i sur., 2017; Murray i sur., 2017; Vanderlinden i sur., 2020; Wendt i sur., 2022; Alkhaldi i sur., 2023).

Pregledni rad Alnawwara i sur. (2023) je pokazao da je većina uključenih istraživanja utvrdila kako umjereni intenzitet tjelesne aktivnosti imaju pozitivne učinke na kvalitetu sna. Međutim, isto je istraživanje utvrdilo kako tjelesne aktivnosti visokog intenziteta uglavnom dovode do loše kvalitete sna, što ukazuje na to da intenzitet igra ulogu u utjecaju na učinak tjelesnih aktivnosti na kvalitetu sna. To je u skladu s istraživanjima koje su pokazale da tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta poboljšavaju kvalitetu sna smanjenjem latencije spavanja, povećanjem ukupnog vremena spavanja (Baron i sur., 2013) i smanjenjem tjeskobe prije spavanja (Passos i sur., 2010). Istraživanja su također utvrdila da umjerena razina tjelesne aktivnosti povećava ukupnu duljinu sna, smanjuje latenciju spavanja i smanjuje broj noćnih buđenja (Wunsch i sur., 2017; Štefan i sur., 2018). Slični su rezultati dobiveni u preglednom radu i meta-analizi Roberts i sur. (2019) gdje ispitanici koji su provodili tjelesnu aktivnost visokog intenziteta imaju veću vjerojatnost za poremećajem san, s obzirom na tjelesnu aktivnost umjerenog intenziteta, pogotovo kada se ista provodi do tri sata prije spavanja. Zanimljivo, rezultati su ovog istraživanja pokazali kako je tjelesna aktivnost visokog intenziteta umjereno pozitivno povezana s ukupnim trajanjem i učinkovitošću spavanja dok smanjuje vrijeme budnosti i broj aktivnih razdoblja. S druge strane, tjelesna aktivnost visokog intenziteta nije bila značajno povezana s parametrima spavanja kod popodnevne grupe, koji su provodili tjelesnu aktivnost u popodnevnim satima.

Iako mehanizmi povezanosti tjelesne aktivnosti različitih intenziteta i spavanja do danas još nije potpuno poznat (Silva i sur., 2022), pretpostavlja se kako visoka razina tjelesne aktivnosti pobuđuje rad organizma i simpatičkog autonomnog živčanog sustava, koji ubrzava rad srca i ispušta hormone adrenalina i nor-adrenalina u krvotok, te potiče širenje krvnih žila, što može negativno utjecati na proces uspavlivanja, produžuje latenciju spavanja i dovodi do više aktivnih razdoblja i nemirnog spavanja po noći, što naposljetku direktno utječe na smanjenu kvalitetu sna (Vanderlinden i sur., 2020). Vježbanje umjerenog ili jakog intenziteta rezultira manjom pojavom poremećaja spavanja u odraslih osoba srednje dobi dok je vježbanje niskog intenziteta učinkovitije od vježbanja umjerenog ili jakog intenziteta u održavanju sna kod starijih osoba (Tsunoda i sur., 2015). Pokazalo se kako porast za više od 1 °C unutarne tjelesne temperature zbog aerobne vježbe umjerenog intenziteta može poremetiti početak i održavanje sna, međutim, manje povišenje unutarne tjelesne temperature do 0.5°C tijekom aerobne aktivnosti može poboljšati sposobnost započinjanja i održavanja sna u starijih odraslih osoba (Edinger i sur., 1993).



Zbog toga što je prevalencija problema sa spavanjem već relativno visoka bez primjene intervencija tjelesne aktivnosti kod osoba starije životne dobi (Smagula i sur., 2016; Praharaj i sur., 2018; Reynolds & Adams, 2019), pretpostavlja se kako visoki intenzitet tjelesne aktivnosti može dodatno pogoršati kvalitetu spavanja, zbog fizioloških promjena za vrijeme i nakon provedbe tjelesne aktivnosti i povećanja budnosti (Alnawwar i sur., 2023). Stoga ne čudi, kako većina istraživanja naglašava bavljenje tjelesnom aktivnošću niskog (Tsunoda i sur., 2015; Seol i sur., 2021) i umjerenog intenziteta (Vanderlinden i sur., 2020; Alnawwar i sur., 2023) za poboljšanje arhitekture spavanja kod osoba starije životne dobi. Nadalje, neka su istraživanja dala određenu prednost tjelesnoj aktivnosti niskog intenziteta za povećanje učinaka na spavanje kod osoba starije životne dobi, nasuprot tjelesne aktivnosti umjerenog, visokog i umjerenovisokog intenziteta (Tsunoda i sur., 2015). Budući da je tjelesna aktivnost u ovom istraživanju bila umjerenovisokog intenziteta s mogućnošću razgovora tijekom hodanja, pretpostavka je kako je takva vrsta aktivnosti bila fiziološki previsoka i zahtjevnija za osobe starije životne dobi, te se provodila kroz relativno kratko vremensko razdoblje od 4 tjedna, što nije bilo dovoljno za polučenje većih promjena u arhitekturi spavanja, kada je spavanje bilo mjereno objektivnom metodom akcelerometrije. Međutim, tendencija promjena u smislu snižavanja budnosti i broja aktivnih razdoblja, te zadržavanje učinkovitosti spavanja govori u prilog blagotvornih učinaka tjelesne aktivnosti na spavanje.

Uz intenzitet tjelesne aktivnosti, saznanja ovog istraživanja trebaju se sagledati u kontekstu trajanja intervencije i vremena provedenog u bavljenju tjelesnom aktivnošću. Naime, prijašnja istraživanja su utvrdila, kako trajanje intervencije (Vanderlinden i sur., 2020; Solis-Navvaro i sur., 2023) i vrijeme provedene tjelesne aktivnosti (Benloucif i sur., 2004; Yamanaka i sur., 2015; Vanderlinden i sur., 2020; Klein i sur., 2021; Saidi i sur., 2021) značajno utječu na veličinu učinka prema kvaliteti spavanja. S obzirom na uključena istraživanja u preglednom radu Vanderlindena i sur. (2020), najveći broj istraživanja proveo je intervenciju tjelesne aktivnosti i gledao njezine učinke na kvalitetu spavanja u trajanju od 12 tjedana do 6 mjeseci (Stevenson i sur., 1990; Frye i sur., 2007; Hosseini i sur., 2011; Chen i sur., 2012; Oudegeest-Sander i sur., 2013; Hariprasad i sur., 2013). Interesantno, pokazalo se kako istraživanja u trajanju oko 12 tjedana pokazuju bolje učinke na arhitekturu spavanja, s obzirom na duža i kraća vremenska razdoblja primjena intervencija (Vanderlinden i sur., 2020).

S druge strane, noviji pregledni rad i meta-analiza jesu pokazali kako intervencije tjelesne aktivnosti najčešće variraju od 8 do 12 tjedana (Hirano i sur., 2011; Backlouti i sur., 2023), između 12 tjedana i 12 mjeseci (Chen i sur., 2010; Chen i sur., 2016; Bademli i sur., 2018) ili više od 12 mjeseci (Vaz Fragoso i sur., 2015; Falck i sur., 2020). Iako je intervencija u ovom istraživanju trajala značajno kraće (4 tjedna), s obzirom na dosadašnja istraživanja, rezultati su pokazali značajne promjene u kvaliteti spavanja mjerene subjektivnom metodom Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja, dok su kod jutarnje i popodnevne grupe, koje su primjenjivale intervenciju tjelesne aktivnosti u tim razdobljima, dobivene relativno neznačajne promjene u objektivnim mjerama karakteristika spavanja. Naime, najveće su promjene dobivene u kraćem prosječnom spavanju tijekom vikenda, te smanjenju vremena budnosti kod popodnevne grupe i neznačajno povećanje vremena budnosti kod jutarnje grupe, te relativno slične promjene u aktivnim razdobljima i medijanu aktivnosti kod obje grupe. S obzirom na naglašene najveće učinke intervencija tjelesne aktivnosti u trajanju do 12 tjedana, možemo pretpostaviti kako vremensko razdoblje intervencije tjelesne aktivnosti u ovom istraživanju nije bilo dostatno, kako bi imalo veće učinke i prouzročilo promjene u karakteristikama i arhitekturi spavanja. Međutim, pregledni rad i meta-analiza Solis-Navarra i sur. (2023) pokazal je da se kvaliteta spavanja najviše pozitivno promijenila kod istraživanja, kod kojih je intervencija trajala kraće od 12 tjedana (razlika standardnih devijacija od 0.66), dok kod istraživanja s vremenskim trajanjem intervencije između 12 tjedana i 12 mjeseci i preko 12 mjeseci nije došlo do značajnog poboljšanja kvalitete spavanja. Stoga dužina trajanja intervencije tjelesne aktivnosti ne mora nužno doprinijeti boljim ishodima spavanja kod osoba starije životne dobi, već se u obzir trebaju uzeti drugi potencijalni čimbenici, koji direktno ili indirektno mogu utjecati na ishode, poput vrste i intenziteta tjelesne aktivnosti, dob, spol, razina tjelesne spremnosti i dob dana, kada se tjelesna aktivnost obavlja (Klein i sur., 2021).

Konačno, uz trajanje intervencije tjelesne aktivnosti, jedan od bitnih čimbenika koji mogu utjecati na karakteristike spavanja jest doba dana kada se intervencija provodi. U većini istraživanja (kao i u ovom istraživanju) uspoređivali su se učinci intervencija bavljenja tjelesnom aktivnošću u jutarnjim i popodnevnim satima (Benloucif i sur., 2004; Yamanaka i sur., 2015; Vanderlinden i sur., 2020; Klein i sur., 2021; Saidi i sur., 2021). Određivanje optimalnog vremena za bavljenje tjelesnom aktivnošću od iznimne je važnosti jer se pokazalo kako vježbanje u kasnim popodnevnim i večernjim satima može dovesti do poteškoća s uspavljivanjem, najčešće zbog kašnjenja u fazi cirkadijanog ritma, povećanje tjelesne temperature i povećane varijabilnosti srca (Benloucif i sur., 2004).

Dosadašnja su istraživanja pokazala kako tjelesna aktivnost višeg intenziteta neposredno prije spavanja može imati negativan učinak na san zbog pretjeranog porasta unutarnje tjelesne temperature i povećanog fiziološkog uzbuđenja (Buxton i sur., 2003). To dovodi do kašnjenja faza u cirkadijanom sustavu (Buxton i sur., 2003). Međutim, neka istraživanja nisu pokazala negativan učinak noćnog vježbanja na kvalitetu sna kod osoba starije životne dobi (Baekeland & Lasky, 1966; Horne & Porter, 1976; Buman & King, 2010). Relativno nedavno istraživanje Seola i sur. (2021a) pokazalo je kako intervencija tjelesne aktivnosti niskog intenziteta kod osoba starije životne dobi u večernjim satima ima značajne pozitivne učinke na smanjenje latencije spavanja i poboljšanju kvalitete sna, u usporedbi s jutarnjom tjelovježbom. Različito tim rezultatima, istraživanje Benloucif i sur. (2004) je pokazalo, kako je mjerenje objektivnom metodom akcelerometrije došlo do ranijeg ustajanja iz kreveta za 19 minuta u jutarnjoj grupi, te se pokazao pozitivan trend kraćeg vremena ostajanja u krevetu za 34 minute, te do ranijeg odlaska na spavanje od 18 minuta. Međutim, gore navedeni parametri nisu dosegli statistički značajnu promjenu primjenom jutarnje intervencije, osim kod vremena ustajanja iz kreveta, koji se smanjio za 32 minute u jutarnjoj grupi, ali nije došlo do promjena u popodnevnoj grupi. U istom istraživanju, rezultati su polisomnografije pokazali kako nije bilo promjena u latenciji spavanja, učinkovitosti spavanja, održavanju spavanja ili količini vremena provedenog u pojedinim fazama spavanja u jutarnjoj i popodnevnoj grupi (Benloucif i sur, 2004). Slična saznanja dobivena su u jednom drugom istraživanju, gdje nije došlo do značajnih promjena u latenciji spavanja, 1. i 2. fazi spavanja, sporovalnom spavanju, ukupnom vremenu spavanja ili učinkovitosti spavanja koristeći polisomnografiju (Yamanaka i sur., 2015) dok se jedina promjena dogodila kod popodneve grupe u smanjenju REM faze spavanja za otprilike 12 minuta, s obzirom na jutarnju grupu gdje razlika nije bilo. Iako nije došlo do promjena u parametrima spavanja, isto je istraživanje pokazalo kako intervencija tjelesne aktivnosti ujutro ili popodne može imati određene učinke na autonomni simpatički i parasimpatički žičani sustav. Naime, broj otkucaja srca značajno se povećao kod večernje grupe dok je jutarnja grupa imala poboljšanu razinu veoma niske i niske frekvencije varijabilnosti srčane frekvencije, s obzirom na kontrolnu i popodnevnu grupu (Yamanaka i sur., 2015). Relativno nedavno istraživanje Saidia i sur. (2021) demonstriralo je kako se kvaliteta spavanja značajno poboljšala u obje grupe ispitanika dok kod drugih varijabli mjerenih subjektivnom metodom Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja nije došlo do značajnih pomaka. S fiziološke strane, rani ili kasni odgovor na određeni vanjski podražaj, kao što je tjelesna aktivnost, značajno ovisi o dobu dana kada se aktivnost provodi (Lewis i sur., 2018).

Tome u doprinos govore dosadašnja istraživanja, koja su utvrdila kako u kontroliranim laboratorijskim uvjetima među zdravim subjektima, dnevno bavljenje tjelesnom aktivnošću je bilo učinkovito u izazivanju napredovanja faze u ritmu melatonina u plazmi (Miyazaki i sur., 2001). S druge strane, kasno večernje (21:00) vježbanje trčanjem tijekom sedam uzastopnih dana izazvalo je dvosatno kašnjenje u temperaturnom ritmu u usporedbi s jutarnjim stanjem vježbanja (9:00) (Rubio-Sastre i sur., 2014).

Mehanizmi koji objašnjavaju poboljšanje kvalitete sna uslijed tjelovježbe kod starijih osoba još uvijek nisu potpuno jasni. Pretpostavlja se kako intervencija tjelesne aktivnosti može poboljšati kvalitetu sna smanjenjem latencije spavanja i korištenjem farmakoloških sredstava za poboljšanje spavanja. To su potvrdila dosadašnja istraživanja, koja su utvrdila kako primjena tjelesne aktivnosti dovodi do značajnog smanjenja korištenja lijekova za spavanje, što indirektno utječe na hormonalnu stabilizaciju organizma i smanjenje promjene kemijske strukture mozga na učinkovitost lijeka (Yang i sur., 2012). Drugi mogući mehanizam jest nakupljanje tekućine u vratu tijekom spavanja, što uzrokuje povećanje pritiska na gornje dišne putove i uzrokovanje opstruktivne apneje u snu. Međutim, istraživanja su pokazala da primjena tjelesne aktivnosti, neovisno o dobu dana, može značajno smanjiti količinu vode u vratu i glavi, te smanjiti pritisak na gornje dišne putove i prevalenciju opstruktivne apneje tijekom spavanja (Mendelson i sur., 2016; Torres-Castro i sur., 2021). Također, primjena tjelesne aktivnosti može dovesti do promjene u temperaturi tijela i širenju krvnih žila te povećanju protoka krvi do središnjeg sustava i periferije, što direktno utječe na razinu adenozina, te smanjenje koncentracije citokina (Sejbuk i sur., 2022). Konačno, povećana potrošnja energije tijekom tjelesne aktivnosti i promjena učinkovitosti energetske depoa i brzinu metabolizma, te lučenje hormona rasta blagotvorno utječu na poboljšanje razinu tjelesne spremnosti, povećavaju aktivnost organizma i bolje skladištenje energije i promjenu u sastavu tijela te su se navedeni čimbenici pokazali kao značajni u promjeni kvalitete i arhitekture spavanja kod osoba starije životne dobi (Tan i sur., 2020; Sejbuk i sur., 2022; Sollis-Navarro i sur., 2023).

## 6. OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA

Ovo istraživanje ima nekoliko ograničenja. Prvo, mali prigodni uzorak ispitanika mogao je dovesti do slabe statističke snage i razine značajnosti kod računanja utjecaja tjelesne aktivnosti na kvalitetu spavanja. Iako su domovi izabrani prema slučajnom redoslijedu, ispitanici unutar pojedinog doma su izabrani prigodnim načinom, te je moguće, kako su aktivniji ljudi, kojima je u cilju poboljšati svoje zdravlje u sklopu spavanja i tjelesne aktivnosti, bili više zainteresirani za sudjelovanje u istraživanju, s obzirom na one, koji nisu. Uz mali broj ispitanika, relativno visoka razina opadanja uzorka od otprilike 30% dogodila se nakon randomizacije ispitanika u pojedine grupe intervencije, što je slično s dosadašnjim istraživanjima na istu temu (Saidi i sur., 2021). Problem bi se mogao riješiti pomno odabranom stratifikacijom ispitanika po dobi, spolu i određenim tjelesnim obilježjima i načinu života ispitanika, koji se uključuju u istraživanje, poput okolišnih čimbenika, hranidbenih navika, načina života unutar staračkog doma i sl.

Naime, rezultati su pokazali, kako postoje statistički značajne razlike na samom početku istraživanja po tjelesnoj visini, masi i indeksu tjelesne mase između jutarnje i popodneve grupe, te grupe higijene spavanja, što je indirektno moglo utjecati na ishode saznanja. Primjerice, ispitanici većim indeksom tjelesne mase su korpulentniji i istraživanja su pokazala, kako viši indeks tjelesne mase može dovesti do većeg utroška energije, s obzirom na normalno uhranjene starije osobe (Hölzel i sur., 2021). Tako bi osobe s većom razinom indeksa tjelesne mase mogli imati veće promjene primjenom intervencije hodanja, s obzirom na ispitanike normalne uhranjenosti. Slični obrazac se dogodio u utvrđivanju početnih razlika u umjereno—do-visokoj razini tjelesne aktivnosti mjerene akcelerometrima između jutarnje i popodneve grupe, gdje su se pokazale razlike na granici značajnosti ( $p = 0.130$ ) u korist jutarnje grupe. S obzirom na ovo ograničenje, buduća istraživanja bi trebala stratificirati uzorak prema početnim socio-demografskim parametrima, tjelesnoj aktivnosti, te utvrditi veću mogućnost osipanja uzorka tijekom intervencije, kako bi završni uzorak bio dostatan i statistički jak za generalizaciju saznanja na druge populacije. Također se naišlo na nekoliko metodoloških prepreka, gdje se razina tjelesne aktivnosti mjerena objektivnim načinom GENEActive akcelerometrijom nije mogla mjeriti na početku i na kraju u grupi higijene spavanja, zbog premalog broja akcelerometara. Također, akcelerometri su se tijekom istraživanja nosili na nedominantnoj ruci, kao što je bilo metodološki rađeno i u drugim istraživanjima (Duncan i sur., 2019).

Međutim, određena su prethodna istraživanja potvrdila da nošenje akcelerometara na drugačijim mjestima na tijelu (gležanj, kuk, ruka) mogu dovesti do statistički značajnih razlika između podataka i rezultata (Duncan i sur., 2020). Naime, autori su pokazali, kako je klasifikacija sedentarnih ponašanja bila dobra za nedominantno zapešće i jako dobra za gležanj i kuk, dok je klasifikacija tjelesne aktivnosti umjerenog do visokog intenziteta bila odlična za gležanj i kuk, a slaba za dominantnu i nedominantnu ruku kod osoba starije životne dobi (Duncan i sur., 2020). Iako je inicijalni projekt sugerirao nošenje akcelerometara na gležnju, određeni broj ispitanika u svakoj grupi (oko 20% o grupi) iskazao je nelagodu pri nošenju ili pojavu određenih kožnih oboljenja (osip, hrapavost) ili lokomotornih deformacija (izbočenja). Na temelju toga i zbog bojazni ispadanja iz istraživanja te značajnog smanjenja statističke snage, odlučeno je kako će se tjelesna aktivnost mjerena objektivnom metodom mjeriti na nedominantnoj ruci. S druge strane, podatci i rezultati iz ovog istraživanja iz područja tjelesne aktivnosti moraju se uzeti s oprezom jer možda ne predstavljaju pravu razinu i intenzitete tjelesne aktivnosti kod ispitanika. Uz primjenu objektivnih metoda, kvaliteta se spavanja procijenila subjektivnom metodom Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja, što je naposljetku moglo dovesti do drugačije percepcije, odnosno samoprocjene kvalitete spavanja i pogreške mjerenja. To se pokazalo kod pitanja o konzumaciji lijekova za spavanje, gdje se pokazalo kako je samo jedan ispitanik koristio lijekove na početku istraživanja dok na kraju istraživanja niti jedan ispitanik nije nastavio koristiti lijekove. Pitanja vezana za korištenje farmakoloških pomagala za spavanje mogla su biti previše osobna te je moguće kako određeni ispitanici nisu dali iskrene odgovore na pojedina pitanja. Iako su grupe bile relativno homogene u smislu dobi, veća prevalencija žena nasuprot muškaraca je bila zastupljena u pojedinoj grupi, što je moglo dovesti do drugačijih rezultata.

Naime, dosadašnja su istraživanja ukazala na to da muškarci generalno imaju veće promjene u određenim parametrima spavanja primjenom akutnih intervencija tjelesne aktivnosti, s obzirom na žene, kao što je NREM faza spavanja, vrijeme budnosti nakon spavanja, dok nema razlika u povezanostima između tjelesne aktivnosti i većine ishoda spavanja između spolova (Kredlow i sur., 2015). Uz metode, trajanje intervencije od 4 tjedna moglo je biti nedovoljno za polučivanje određenih promjena spavanja. Pregledni radovi i meta-analize su pokazali kako je vremensko trajanje intervencije generalno od 6 tjedana do 12 tjedana, 12 tjedana do 12 mjeseci i preko 12 mjeseci (Solis-Navarro i sur., 2023). S druge strane, duža intervencija ne dovodi nužno do većih promjena u kvaliteti spavanja.

Utvrđivanjem meta-regresijskom analizom i analiziranjem randomiziranih istraživanja se pokazalo, kako se najveće promjene mogu očekivati i razdoblju oko 12 tjedana, dok se intervencija u dužem trajanju treba prilagoditi, s obzirom na intenzitet, ekstenzitet i vrijeme oporavka pojedinca (Solis-Navarro i sur., 2023). Konačno, određeni kontekstualni čimbenici, poput raspoloženja, energije, radne okoline, ili drugih obiteljskih i socio-demografskih čimbenika su mogli utjecati na ishode spavanja i razinu tjelesne aktivnosti, te učinke pojedinih intervencija na ishode spavanja.

Uz ograničenja, ovo istraživanje ima neke prednosti. Prvo, longitudinalni dizajn kroz primjenu intervencije tjelesne aktivnosti omogućava izračun vremenskih promjena i utjecaja same intervencije na kvalitetu spavanja mjenom subjektivnom i objektivnom metodom, te se na taj način može izračunati jačina i smjer promjena i povezanosti. Drugo, u istraživanju su korištene subjektivne i objektivne metode, te se na taj način može dobiti kompletna slika kvalitete spavanja. Treće, grupe su se razvrstale prema vremenu provedbe tjelesne aktivnosti na jutarnju i popodnevnu, zbog samog cilja i hipoteza utvrđivanja, koja intervencija (jutarnja ili popodnevna) bolje utječu na higijenu spavanja. Četvrto, uključeni su samo oni ispitanici, koji su bili mentalno zdravi i bez određenih lokomotornih oštećenja, što bi u suprotnom moglo dovesti do drugačijih rezultata korištenjem MOCA skale.

## 7. ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi učinak intervencija u trajanju od 4 tjedna (dopodnevne i popodnevnne tjelesne aktivnosti, te tečaja higijene spavanja) na tjelesnu aktivnost i kvalitetu spavanja u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine. S obzirom na prvu postavljenu hipotezu koja glasi: „**Kvaliteta spavanja bit će bolja nakon provedenih intervencija u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.  $P < 0.05$** “, i rezultata koji su doveli do značajnih poboljšanja kvalitete, trajanja, latencije i učinkovitosti, te smanjenja njenih dnevnih disfunkcija, možemo zaključiti kako intervencija tjelesne aktivnosti značajno poboljšava parametre kvalitete sna kod jutarnjih i popodnevni grupa s primjenom intervencije tjelesne aktivnosti, te grupe higijene spavanja. Kada se u obzir uzmu objektivne metode prikupljanja podataka o kvaliteti sna, nije došlo do značajnih promjena kod jutarnje i popodnevnne grupe, čime je **hipoteza H1 DJELOMIČNO POTVRĐENA**.

S obzirom na drugu postavljenu hipotezu: „**Tjelesna aktivnost pozitivno će djelovati na kvalitetu sna starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.  $P < 0.05$** “ i dobivenih rezultata istraživanja, može se zaključiti kako je veći broj koraka i tjelesna aktivnost koja se provodi u drugačijim intenzitetima značajno pozitivno povezana s trajanjem spavanja i njegovom učinkovitošću dok je negativno povezana s budnim razdobljima. Nadalje, duže vremena provedeno u sedentarnim ponašanjima je smanjio dužinu i učinkovitost spavanja kod jutarnje i popodnevnne grupe osoba starije životne dobi, čime je **hipoteza H2 POTVRĐENA**.

S obzirom na treću postavljenu hipotezu: „**Provođenje tečaja higijene spavanja pozitivno će djelovati na kvalitetu sna u starijih ljudi u dobi od 65. do 74. godine.  $P < 0.05$** “ i dobivenih rezultata istraživanja, može se zaključiti kako je grupa higijene spavanja imala najveću tendenciju poboljšanja kvalitete sna, trajanja spavanja, učinkovitosti i latenciji spavanja, te smanjenja disfunkcije spavanja, s obzirom na primjenu intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjoj i popodnevnoj grupi, čime je **hipoteza H3 POTVRĐENA**.



Konačno, s obzirom na četvrtu postavljenu hipotezu: „**Tjelesna aktivnost (dopodnevna, popodnevna) imaju isti učinak na kvalitetu sna kao i tečaj higijene spavanja u starijih osoba u dobi od 65. do 74. godine.  $P > 0.05$** “ i dobivenih rezultata istraživanja, može se zaključiti kako je korištenjem subjektivnih metoda i Pittsburgh upitnika kvalitete spavanja grupa higijene spavanja imala najveću tendenciju poboljšanja kvalitete spavanja, s obzirom na primjenu intervencija tjelesne aktivnosti u jutarnjoj i popodnevnoj grupi dok su se korištenjem objektivnih metoda utvrdile neznačajne promjene u parametrima spavanja, te sama interakcija vremena i vrste intervencije nije bila značajna, čime je **hipoteza H4 POTVRĐENA**.

S obzirom na postavljene cilj i definirane hipoteze, znanstveni doprinos istraživanja može se doprinijeti boljem razumijevanju dosadašnjih znanstvenih spoznaja učinka tjelesne aktivnosti i higijene spavanja na kvalitetu sna kod starijih osoba u institucionalnoj skrbi. Znanstveni doprinos ogleda se u činjenici da je ovo jedno od rijetkih istraživanja, koje je po prvi put ispitalo utjecaj umjerene do snažne tjelesne aktivnosti u različitim vremenskim točkama na kvalitetu sna u starijih ljudi uz istodobnu analizu doprinosa higijene spavanja. Tjelesna aktivnost u sprezi sa kvalitetom sna ponajmanje se istražuje u populaciji starijih osoba te će ovi rezultati ujedno pomoći jasnijem razumijevanju učinka različitih oblika ne-farmakoloških metoda unapređenja kvalitete sna starijih ljudi. Na temelju dobivenih rezultata moguće je kreirati znanstveno utemeljene smjernice za razvoj programa ne-farmakološke podrške starijim osobama u institucionalnoj skrbi, ali i izvaninstitucionalno širenjem primjera dobre prakse. Smanjenje potrošnje hipnotika povezanih s brojnim nuspojavama, te poboljšanje kvalitete života starijih osoba dodatni je poticaj u teorijskoj razradi koncepta kvalitete spavanja, posebice u starijoj dobi.

## 8. LITERATURA

1. Abad, V. C., & Guilleminault, C. (2018). Insomnia in Elderly Patients: Recommendations for Pharmacological Management. *Drugs & aging*, 35(9), 791–817. <https://doi.org/10.1007/s40266-018-0569-8>
2. Ahmed, W., Muhammad, T., & Muneera, K. (2023). Prevalence of early and late onset of chronic diseases and multimorbidity and its association with physical, mental and functional health among older Indian adults. *BMC geriatrics*, 23(1), 563. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-04264-8>
3. Aibar-Almazán, A., Hita-Contreras, F., Cruz-Díaz, D., de la Torre-Cruz, M., Jiménez-García, J. D., & Martínez-Amat, A. (2019). Effects of Pilates training on sleep quality, anxiety, depression and fatigue in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Maturitas*, 124, 62–67. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.03.019>
4. Alkhaldi, E. H., Battar, S., Alsuwailem, S. I., Almutairi, K. S., Alshamari, W. K., & Alkhaldi, A. H. (2023). Effect of Nighttime Exercise on Sleep Quality Among the General Population in Riyadh, Saudi Arabia: A Cross-Sectional Study. *Cureus*, 15(7), e41638. <https://doi.org/10.7759/cureus.41638>
5. Amorim, J. A., Coppotelli, G., Rolo, A. P., Palmeira, C. M., Ross, J. M., & Sinclair, D. A. (2022). Mitochondrial and metabolic dysfunction in ageing and age-related diseases. *Nature reviews. Endocrinology*, 18(4), 243–258. <https://doi.org/10.1038/s41574-021-00626-7>
6. Anghel, L., Baroiu, L., Popazu, C. R., Pătraș, D., Fotea, S., Nechifor, A., Ciubara, A., Nechita, L., Mușat, C. L., Ștefanopol, I. A., Tatu, A. L., & Ciubara, A. B. (2022). Benefits and adverse events of melatonin use in the elderly (Review). *Experimental and therapeutic medicine*, 23(3), 219. <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11142>
7. Azam, S., Haque, M. E., Balakrishnan, R., Kim, I. S., & Choi, D. K. (2021). The ageing brain: molecular and cellular basis of neurodegeneration. *Frontiers in cell and developmental biology*, 9, 683459. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.683459>
8. Azzolino, D., Spolidoro, G. C. I., Saporiti, E., Luchetti, C., Agostoni, C., & Cesari, M. (2021). Musculoskeletal changes across the lifespan: nutrition and the life-course approach to prevention. *Frontiers in medicine*, 8, 697954. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.697954>

9. Bademli, K., Lok, N., Canbaz, M., & Lok, S. (2019). Effects of Physical Activity Program on cognitive function and sleep quality in elderly with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Perspectives in psychiatric care*, 55(3), 401–408. <https://doi.org/10.1111/ppc.12324>
10. Baekeland, F., & Lasky, R. (1966). Exercise and sleep patterns in college athletes. *Perceptual and motor skills*, 23(3), 1203–1207. <https://doi.org/10.2466/pms.1966.23.3f.1203>
11. Baker, B. S., Weitzel, K. J., Royse, L. A., Miller, K., Guess, T. M., Ball, S. D., & Duren, D. L. (2021). Efficacy of an 8-Week Resistance Training Program in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of aging and physical activity*, 29(1), 121–129. <https://doi.org/10.1123/japa.2020-0078>
12. Baklouti, S., Fekih-Romdhane, F., Guelmami, N., Bonsaksen, T., Baklouti, H., Aloui, A., Masmoudi, L., Souissi, N., & Jarraya, M. (2023). The effect of web-based Hatha yoga on psychological distress and sleep quality in older adults: A randomized controlled trial. *Complementary therapies in clinical practice*, 50, 101715. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2022.101715>
13. Banno, M., Harada, Y., Taniguchi, M., Tobita, R., Tsujimoto, H., Tsujimoto, Y., Kataoka, Y., & Noda, A. (2018). Exercise can improve sleep quality: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 6, e5172. <https://doi.org/10.7717/peerj.5172>
14. Baron, K. G., Reid, K. J., & Zee, P. C. (2013). Exercise to improve sleep in insomnia: exploration of the bidirectional effects. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 9(8), 819–824. <https://doi.org/10.5664/jcsm.2930>
15. Bartel, K. A., Gradisar, M., & Williamson, P. (2015). Protective and risk factors for adolescent sleep: a meta-analytic review. *Sleep medicine reviews*, 21, 72–85. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.08.002>
16. Beard, J. R., Officer, A., de Carvalho, I. A., Sadana, R., Pot, A. M., Michel, J. P., Lloyd-Sherlock, P., Epping-Jordan, J. E., Peeters, G. M. E. E. G., Mahanani, W. R., Thiyagarajan, J. A., & Chatterji, S. (2016). The World report on ageing and health: a policy framework for healthy ageing. *Lancet (London, England)*, 387(10033), 2145–2154. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00516-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00516-4)
17. Beard, J. R., Araujo de Carvalho, I., Sumi, Y., Officer, A., & Thiyagarajan, J. A. (2017). Healthy ageing: moving forward. *Bulletin of the World Health Organization*, 95(11), 730–730A. <https://doi.org/10.2471/BLT.17.203745>

18. Benloucif, S., Orbeta, L., Ortiz, R., Janssen, I., Finkel, S. I., Bleiberg, J., & Zee, P. C. (2004). Morning or evening activity improves neuropsychological performance and subjective sleep quality in older adults. *Sleep*, 27(8), 1542–1551. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.8.1542>
19. Bin, Y. S., Postnova, S., & Cistulli, P. A. (2019). What works for jetlag? A systematic review of non-pharmacological interventions. *Sleep medicine reviews*, 43, 47–59. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.09.005>
20. Bjornsdottir, E., Thorarinsdottir, E. H., Lindberg, E., Benediktsdottir, B., Franklin, K., Jarvis, D., Demoly, P., Perret, J. L., Garcia Aymerich, J., Dorado-Arenas, S., Heinrich, J., Torén, K., Garcia Larsen, V., Jögi, R., Gislason, T., & Janson, C. (2024). Association between physical activity over a 10-year period and current insomnia symptoms, sleep duration and daytime sleepiness: a European population-based study. *BMJ open*, 14(3), e067197. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-067197>
21. Boulton, E. R., Horne, M., & Todd, C. (2018). Multiple influences on participating in physical activity in older age: Developing a social ecological approach. *Health expectations : an international journal of public participation in health care and health policy*, 21(1), 239–248. <https://doi.org/10.1111/hex.12608>
22. Bourgeois, J., Elseviers, M. M., Van Bortel, L., Petrovic, M., & Vander Stichele, R. H. (2013). Sleep quality of benzodiazepine users in nursing homes: a comparative study with nonusers. *Sleep medicine*, 14(7), 614–621. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.03.012>
23. Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
24. Buman, M.P., & King, A.C. (2010). Exercise as a Treatment to Enhance Sleep. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 4(6), 500–514. doi:[10.1177/1559827610375532](https://doi.org/10.1177/1559827610375532)
25. Burgess, V. N., Antonio, J., Bland, H. W., Wagner, R., Tartar, J. L., & Melton, B. F. (2020). The Effect of Timing and Type of Exercise on the Quality of Sleep in Trained Individuals. *International journal of exercise science*, 13(7), 837–858.

26. Buxton, O. M., Lee, C. W., L'Hermite-Baleriaux, M., Turek, F. W., & Van Cauter, E. (2003). Exercise elicits phase shifts and acute alterations of melatonin that vary with circadian phase. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 284(3), R714–R724. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00355.2002>
27. Buysse, D. J., Reynolds, C. F., 3rd, Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, 28(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
28. Buysse, D. J., Browman, K. E., Monk, T. H., Reynolds, C. F., 3rd, Fasiczka, A. L., & Kupfer, D. J. (1992). Napping and 24-hour sleep/wake patterns in healthy elderly and young adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 40(8), 779–786. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1992.tb01849.x>
29. Buysse D. J. (2014). Sleep health: can we define it? Does it matter?. *Sleep*, 37(1), 9–17. <https://doi.org/10.5665/sleep.3298>
30. Cadore, E. L., Casas-Herrero, A., Zambom-Ferraresi, F., Idoate, F., Millor, N., Gómez, M., Rodriguez-Mañas, L., & Izquierdo, M. (2014). Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 36(2), 773–785. <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9586-z>
31. Cappuccio, F. P., D'Elia, L., Strazzullo, P., & Miller, M. A. (2010). Sleep duration and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep*, 33(5), 585–592. <https://doi.org/10.1093/sleep/33.5.585>
32. Carskadon, M., & Dement, W. (2005). *Normal human sleep: An overview*. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC, editors. Principles and Practice of Sleep Medicine. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, pp. 13–23.
33. Carvalho-Silva, L., Jiménez-Correa, U., Santana-Miranda, R., Heyerdahl-Viau, I., Benitez-Morales, J., García-Casas, M., & Martínez-Núñez, J. M. (2024). Irrational Use of Medications among Adults with Insomnia: An Observational Study at a Sleep Clinic in Mexico. *Pharmacy*, 12(2), 56.
34. Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 100(2), 126–131.

35. Caufriez, A., Moreno-Reyes, R., Leproult, R., Vertongen, F., Van Cauter, E., & Copinschi, G. (2002). Immediate effects of an 8-h advance shift of the rest-activity cycle on 24-h profiles of cortisol. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, 282(5), E1147–E1153. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00525.2001>
36. Chan, S. Y., & Chen, K. M. (2017). Self-perceived health status and sleep quality of older adults living in community after elastic band exercises. *Journal of clinical nursing*, 26(13-14), 2064–2072. <https://doi.org/10.1111/jocn.13634>
37. Chaput, J. P., Dutil, C., Featherstone, R., Ross, R., Giangregorio, L., Saunders, T. J., Janssen, I., Poitras, V. J., Kho, M. E., Ross-White, A., & Carrier, J. (2020). Sleep duration and health in adults: an overview of systematic reviews. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 45(10 (Suppl. 2)), S218–S231. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0034>
38. Chasens, E. R., Sereika, S. M., Weaver, T. E., & Umlauf, M. G. (2007). Daytime sleepiness, exercise, and physical function in older adults. *Journal of sleep research*, 16(1), 60–65. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2007.00576.x>
39. Chen, K. M., & Tseng, W. S. (2008). Pilot-testing the effects of a newly-developed silver yoga exercise program for female seniors. *The journal of nursing research : JNR*, 16(1), 37–46. <https://doi.org/10.1097/01.jnr.0000387288.76430.bb>
40. Chen, K. M., Chen, M. H., Chao, H. C., Hung, H. M., Lin, H. S., & Li, C. H. (2009). Sleep quality, depression state, and health status of older adults after silver yoga exercises: cluster randomized trial. *International journal of nursing studies*, 46(2), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2008.09.005>
41. Chen, K. M., Chen, M. H., Lin, M. H., Fan, J. T., Lin, H. S., & Li, C. H. (2010). Effects of yoga on sleep quality and depression in elders in assisted living facilities. *The journal of nursing research: JNR*, 18(1), 53–61. <https://doi.org/10.1097/JNR.0b013e3181ce5189>
42. Chen, M. C., Liu, H. E., Huang, H. Y., & Chiou, A. F. (2012). The effect of a simple traditional exercise programme (Baduanjin exercise) on sleep quality of older adults: a randomized controlled trial. *International journal of nursing studies*, 49(3), 265–273. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2011.09.009>
43. Chen, K. M., Li, C. H., Huang, H. T., & Cheng, Y. Y. (2016). Feasible modalities and long-term effects of elastic band exercises in nursing home older adults in wheelchairs: A cluster randomized controlled trial. *International journal of nursing studies*, 55, 4–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.11.004>

44. Chen, Y. M., Chiang, T. L., Chen, D. R., Tu, Y. K., Yu, H. W., & Chiu, W. Y. (2022). Differing determinants of disability trends among men and women aged 50 years and older. *BMC geriatrics*, 22(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02574-3>
45. Chen, J., Zhao, M., Zhou, R., Ou, W., & Yao, P. (2023). How heavy is the medical expense burden among the older adults and what are the contributing factors? A literature review and problem-based analysis. *Frontiers in public health*, 11, 1165381. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1165381>
46. Chen, R., Wang, S., Hu, Q., Kang, N., Xie, H., Liu, M., Shan, H., Long, Y., Hao, Y., Qin, B., Su, H., Zhuang, Y., Li, L., Li, W., Sun, W., Wu, D., Cao, W., Mai, X., Chen, G., Wang, D., ... Zou, Q. (2024). Exercise intervention in middle-aged and elderly individuals with insomnia improves sleep and restores connectivity in the motor network. *Translational psychiatry*, 14(1), 159. <https://doi.org/10.1038/s41398-024-02875-2>
47. Cheng, D. C. Y., Climie, R. E., Shu, M., Grieve, S. M., Kozor, R., & Figtree, G. A. (2023). Vascular aging and cardiovascular disease: pathophysiology and measurement in the coronary arteries. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 10, 1206156. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1206156>
48. Cheung, C., Wyman, J. F., Resnick, B., & Savik, K. (2014). Yoga for managing knee osteoarthritis in older women: a pilot randomized controlled trial. *BMC complementary and alternative medicine*, 14, 160. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-160>
49. Choi, Y., Kosaki, K., Akazawa, N., Tanahashi, K., & Maeda, S. (2024). Combined effects of sleep and objectively-measured daily physical activity on arterial stiffness in middle-aged and older adults. *Experimental gerontology*, 188, 112397. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2024.112397>
50. Chong, Y., Fryer, C. D., & Gu, Q. (2013). Prescription sleep aid use among adults: United States, 2005-2010. *NCHS data brief*, (127), 1–8.
51. Clark, C. C. T., Nobre, G. C., Fernandes, J. F. T., Moran, J., Drury, B., Mannini, A., Gronek, P., & Podstawski, R. (2018). Physical activity characterization: does one site fit all?. *Physiological measurement*, 39(9), 09TR02. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aadad0>
52. Conte, F., Arzilli, C., Errico, B. M., Giganti, F., Iovino, D., & Ficca, G. (2014). Sleep measures expressing 'functional uncertainty' in elderlies' sleep. *Gerontology*, 60(5), 448–457. <https://doi.org/10.1159/000358083>



53. Copeland, J. L., & Eslinger, D. W. (2009). Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. *Journal of aging and physical activity*, *17*(1), 17–30. <https://doi.org/10.1123/japa.17.1.17>
54. Copinschi, G., & Caufriez, A. (2013). Sleep and hormonal changes in aging. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, *42*(2), 371–389. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2013.02.009>
55. Curi, V. S., Vilaça, J., Haas, A. N., & Fernandes, H. M. (2018). Effects of 16-weeks of Pilates on health perception and sleep quality among elderly women. *Archives of gerontology and geriatrics*, *74*, 118–122. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.10.012>
56. Czaja, S. J., Moxley, J. H., & Rogers, W. A. (2021). Social support, isolation, loneliness, and health among older adults in the PRISM randomized controlled trial. *Frontiers in psychology*, *12*, 728658. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.728658>
57. D'Aurea, C. V. R., Poyares, D., Passos, G. S., Santana, M. G., Youngstedt, S. D., Souza, A. A., Bicudo, J., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2019). Effects of resistance exercise training and stretching on chronic insomnia. *Revista brasileira de psiquiatria (Sao Paulo, Brazil : 1999)*, *41*(1), 51–57. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2018-0030>
58. Daly, M., McMinn, D., & Allan, J. L. (2015). A bidirectional relationship between physical activity and executive function in older adults. *Frontiers in human neuroscience*, *8*, 1044. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.01044>
59. Daskalopoulou, C., Stubbs, B., Kralj, C., Koukounari, A., Prince, M., & Prina, A. M. (2017). Physical activity and healthy ageing: A systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *Ageing research reviews*, *38*, 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.06.003>
60. de Mendonça Lima, C. A., & Ivbijaro, G. (2013). Mental health and wellbeing of older people: opportunities and challenges. *Mental health in family medicine*, *10*(3), 125–127.
61. Del Brutto, O. H., Mera, R. M., Rumbea, D. A., Sedler, M. J., & Castillo, P. R. (2024). Poor sleep quality increases mortality risk: A population-based longitudinal prospective study in community-dwelling middle-aged and older adults. *Sleep health*, *10*(1), 144–148. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2023.10.009>
62. Diao, T., Zhou, L., Yang, L., Yuan, Y., Liu, K., Peng, R., Wang, Q., Wang, H., Niu, R., Long, P., Yang, H., Guo, H., He, M., Wu, T., & Zhang, X. (2023). Bedtime, sleep duration, and sleep quality and all-cause mortality in middle-aged and older Chinese adults: The Dongfeng-Tongji cohort study. *Sleep health*, *9*(5), 751–757. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2023.07.004>



63. 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, 1364387. <https://doi.org/10.1155/2017/1364387>
64. Duncan, M. J., Roscoe, C. M. P., Faghy, M., Tallis, J., & Eyre, E. L. J. (2019). Estimating Physical Activity in Children Aged 8-11 Years Using Accelerometry: Contributions From Fundamental Movement Skills and Different Accelerometer Placements. *Frontiers in physiology*, 10, 242. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00242>
65. Duncan, M. J., Rowlands, A., Lawson, C., Leddington Wright, S., Hill, M., Morris, M., Eyre, E., & Tallis, J. (2020). Using accelerometry to classify physical activity intensity in older adults: What is the optimal wear-site?. *European journal of sport science*, 20(8), 1131–1139. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1694078>
66. Edinger, J. D., Morey, M. C., Sullivan, R. J., Higginbotham, M. B., Marsh, G. R., Dailey, D. S., & McCall, W. V. (1993). Aerobic fitness, acute exercise and sleep in older men. *Sleep*, 16(4), 351–359. <https://doi.org/10.1093/sleep/16.4.351>
67. Empana, J. P., Dauvilliers, Y., Dartigues, J. F., Ritchie, K., Gariépy, J., Jouven, X., Tzourio, C., Amouyel, P., Besset, A., & Ducimetiere, P. (2009). Excessive daytime sleepiness is an independent risk indicator for cardiovascular mortality in community-dwelling elderly: the three city study. *Stroke*, 40(4), 1219–1224. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.530824>
68. Erickson, M. L., Allen, J. M., Beavers, D. P., Collins, L. M., Davidson, K. W., Erickson, K. I., Esser, K. A., Hesselink, M. K. C., Moreau, K. L., Laber, E. B., Peterson, C. A., Peterson, C. M., Reusch, J. E., Thyfault, J. P., Youngstedt, S. D., Zierath, J. R., Goodpaster, B. H., LeBrasseur, N. K., Buford, T. W., & Sparks, L. M. (2023). Understanding heterogeneity of responses to, and optimizing clinical efficacy of, exercise training in older adults: NIH NIA Workshop summary. *GeroScience*, 45(1), 569–589. <https://doi.org/10.1007/s11357-022-00668-3>
69. Esliger, D. W., Rowlands, A. V., Hurst, T. L., Catt, M., Murray, P., & Eston, R. G. (2011). Validation of the GENE Accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(6), 1085–1093. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820513be>
70. Falck, R. S., Davis, J. C., Best, J. R., Chan, P. C. Y., Li, L. C., WyrOUGH, A. B., Bennett, K. J., Backhouse, D., & Liu-Ambrose, T. (2020). Effect of a Multimodal Lifestyle Intervention on Sleep and Cognitive Function in Older Adults with Probable Mild Cognitive Impairment and Poor Sleep: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, 76(1), 179–193. <https://doi.org/10.3233/JAD-200383>

71. Fallon, C. K., & Karlawish, J. (2019). Is the WHO definition of health aging well? Frameworks for "Health" after three score and ten. *American journal of public health, 109*(8), 1104–1106. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2019.305177>
72. Fan, B., Song, W., Zhang, J., Er, Y., Xie, B., Zhang, H., Liao, Y., Wang, C., Hu, X., McIntyre, R., & Lee, Y. (2020). The efficacy of mind-body (Baduanjin) exercise on self-reported sleep quality and quality of life in elderly subjects with sleep disturbances: a randomized controlled trial. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung, 24*(2), 695–701. <https://doi.org/10.1007/s11325-019-01999-w>
73. Feinberg, I., & Floyd, T. C. (1979). Systematic trends across the night in human sleep cycles. *Psychophysiology, 16*(3), 283–291. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1979.tb02991.x>
74. Feng, H., Yang, L., Liang, Y. Y., Ai, S., Liu, Y., Liu, Y., Jin, X., Lei, B., Wang, J., Zheng, N., Chen, X., Chan, J. W. Y., Sum, R. K. W., Chan, N. Y., Tan, X., Benedict, C., Wing, Y. K., & Zhang, J. (2023). Associations of timing of physical activity with all-cause and cause-specific mortality in a prospective cohort study. *Nature communications, 14*(1), 930. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36546-5>
75. Fillenbaum, G. G., Pieper, C. F., Cohen, H. J., Cornoni-Huntley, J. C., & Guralnik, J. M. (2000). Comorbidity of five chronic health conditions in elderly community residents: determinants and impact on mortality. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences, 55*(2), M84–M89. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.2.m84>
76. Floyd, J. A., Medler, S. M., Ager, J. W., & Janisse, J. J. (2000). Age-related changes in initiation and maintenance of sleep: a meta-analysis. *Research in nursing & health, 23*(2), 106–117. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-240x\(200004\)23:2<106::aid-nur3>3.0.co;2-a](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-240x(200004)23:2<106::aid-nur3>3.0.co;2-a)
77. Foley, D., Ancoli-Israel, S., Britz, P., & Walsh, J. (2004). Sleep disturbances and chronic disease in older adults: results of the 2003 National Sleep Foundation Sleep in America Survey. *Journal of psychosomatic research, 56*(5), 497–502. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2004.02.010>

78. Foley, D. J., Vitiello, M. V., Bliwise, D. L., Ancoli-Israel, S., Monjan, A. A., & Walsh, J. K. (2007). Frequent napping is associated with excessive daytime sleepiness, depression, pain, and nocturia in older adults: findings from the National Sleep Foundation '2003 Sleep in America' Poll. *The American journal of geriatric psychiatry: official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, *15*(4), 344–350. <https://doi.org/10.1097/01.JGP.0000249385.50101.67>
79. Fried, L. P., Cohen, A. A., Xue, Q. L., Walston, J., Bandeen-Roche, K., & Varadhan, R. (2021). The physical frailty syndrome as a transition from homeostatic symphony to cacophony. *Nature aging*, *1*(1), 36–46. <https://doi.org/10.1038/s43587-020-00017-z>
80. Frye, B.N., Scheinthal, S.M., Kemarskaya, T., & Pruchno, R. (2007). Tai Chi and Low Impact Exercise: Effects on the Physical Functioning and Psychological Well-Being of Older People. *Journal of Applied Gerontology*, *26*, 433–453.
81. Furihata, R., Kaneita, Y., Jike, M., Ohida, T., & Uchiyama, M. (2016). Napping and associated factors: a Japanese nationwide general population survey. *Sleep medicine*, *20*, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2015.12.006>
82. Gais, S., Mölle, M., Helms, K., & Born, J. (2002). Learning-dependent increases in sleep spindle density. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, *22*(15), 6830–6834. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-15-06830.2002>
83. Gamaldo, A. A., Beydoun, M. A., Beydoun, H. A., Liang, H., Salas, R. E., Zonderman, A. B., Gamaldo, C. E., & Eid, S. M. (2016). Sleep disturbances among older adults in the United States, 2002–2012: nationwide inpatient rates, predictors, and outcomes. *Frontiers in aging neuroscience*, *8*, 266. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00266>
84. Garfield, V., Joshi, R., Garcia-Hernandez, J., Tillin, T., & Chaturvedi, N. (2019). The relationship between sleep quality and all-cause, CVD and cancer mortality: the Southall and Brent REvisited study (SABRE). *Sleep medicine*, *60*, 230–235. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.03.012>
85. Ghebre, Y. T., Yakubov, E., Wong, W. T., Krishnamurthy, P., Sayed, N., Sikora, A. G., & Bonnen, M. D. (2016). Vascular aging: implications for disease and therapy. *Translational medicine (Sunnyvale, Calif.)*, *6*(4), 183. <https://doi.org/10.4172/2161-1025.1000183>

86. Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., & Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2012(9), CD007146. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub3>
87. Giné-Garriga, M., Roqué-Fíguls, M., Coll-Planas, L., Sitjà-Rabert, M., & Salvà, A. (2014). Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(4), 753–769.e3. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.007>
88. Goldberg, M., Pairet de Fontenay, B., Blache, Y., & Debarnot, U. (2024). Effects of morning and evening physical exercise on subjective and objective sleep quality: an ecological study. *Journal of sleep research*, 33(1), e13996. <https://doi.org/10.1111/jsr.13996>
89. Gooneratne, N. S., & Vitiello, M. V. (2014). Sleep in older adults: normative changes, sleep disorders, and treatment options. *Clinics in geriatric medicine*, 30(3), 591–627. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2014.04.007>
90. Gordon, N. P., Yao, J. H., Brickner, L. A., & Lo, J. C. (2022). Prevalence of sleep-related problems and risks in a community-dwelling older adult population: a cross-sectional survey-based study. *BMC public health*, 22(1), 2045. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14443-8>
91. Grandner M. A. (2012). Sleep duration across the lifespan: implications for health. *Sleep medicine reviews*, 16(3), 199–201. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2012.02.001>
92. Grandner, M. A., & Perlis, M. L. (2019). Pharmacotherapy for insomnia disorder in older adults. *JAMA network open*, 2(12), e1918214-e1918214.
93. Guo, J., Huang, X., Dou, L., Yan, M., Shen, T., Tang, W., & Li, J. (2022). Aging and aging-related diseases: from molecular mechanisms to interventions and treatments. *Signal transduction and targeted therapy*, 7(1), 391. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01251-0>
94. Hall, K. S., Howe, C. A., Rana, S. R., Martin, C. L., & Morey, M. C. (2013). METs and accelerometry of walking in older adults: standard versus measured energy cost. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(3), 574–582. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318276c73c>

95. Hariprasad, V. R., Sivakumar, P. T., Koparde, V., Varambally, S., Thirthalli, J., Varghese, M., Basavaraddi, I. V., & Gangadhar, B. N. (2013). Effects of yoga intervention on sleep and quality-of-life in elderly: A randomized controlled trial. *Indian journal of psychiatry*, 55(Suppl 3), S364–S368. <https://doi.org/10.4103/0019-5545.116310>
96. He, M., Deng, X., Zhu, Y., Huan, L., & Niu, W. (2020). The relationship between sleep duration and all-cause mortality in the older people: an updated and dose-response meta-analysis. *BMC public health*, 20(1), 1179. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09275-3>
97. Heffner K. L. (2011). Neuroendocrine effects of stress on immunity in the elderly: implications for inflammatory disease. *Immunology and allergy clinics of North America*, 31(1), 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.iac.2010.09.005>
98. Hirano, A., Suzuki, Y., Kuzuya, M., Onishi, J., Ban, N., & Umegaki, H. (2011). Influence of regular exercise on subjective sense of burden and physical symptoms in community-dwelling caregivers of dementia patients: a randomized controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics*, 53(2), e158–e163. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2010.08.004>
99. Holfeld, B., & Ruthig, J. C. (2014). A longitudinal examination of sleep quality and physical activity in older adults. *Journal of applied gerontology : the official journal of the Southern Gerontological Society*, 33(7), 791–807. <https://doi.org/10.1177/0733464812455097>
100. Hollsten, I., Foldbo, B. M., Kousgaard Andersen, M. K., & Nexøe, J. (2020). Insomnia in the elderly: reported reasons and their associations with medication in general practice in Denmark. *Scandinavian journal of primary health care*, 38(2), 210–218. <https://doi.org/10.1080/02813432.2020.1753382>
101. Horne, J. A., & Porter, J. M. (1976). Time of day effects with standardized exercise upon subsequent sleep. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 40(2), 178–184. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(76\)90162-0](https://doi.org/10.1016/0013-4694(76)90162-0)
102. Hosseini, H., Esfirizi, M. F., Marandi, S. M., & Rezaei, A. (2011). The effect of Ti Chi exercise on the sleep quality of the elderly residents in Isfahan, Sadeghieh elderly home. *Iranian journal of nursing and midwifery research*, 16(1), 55–60.
103. Hou, Y., Dan, X., Babbar, M., Wei, Y., Hasselbalch, S. G., Croteau, D. L., & Bohr, V. A. (2019). Ageing as a risk factor for neurodegenerative disease. *Nature reviews. Neurology*, 15(10), 565–581. <https://doi.org/10.1038/s41582-019-0244-7>

104. Hölzel, C., Weidhase, L., & Petros, S. (2021). The effect of age and body mass index on energy expenditure of critically ill medical patients. *European journal of clinical nutrition*, 75(3), 464–472. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-00747-8>
105. Hsiao, C. Y., Chen, K. M., Tsai, H. Y., Huang, H. T., Cheng, Y. Y., & Tsai, A. Y. (2018). Self-Perceived Health and Sleep Quality of Community Older Adults after Acupunch Exercises. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 26(5), 511–520. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2018.01.199>
106. Huang, B. H., Duncan, M. J., Cistulli, P. A., Nassar, N., Hamer, M., & Stamatakis, E. (2022). Sleep and physical activity in relation to all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality risk. *British journal of sports medicine*, 56(13), 718–724. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104046>
107. Huang, H. H., Stubbs, B., Chen, L. J., Ku, P. W., Hsu, T. Y., Lin, C. W., Weng, Y. M., & Wu, S. H. (2023). The effect of physical activity on sleep disturbance in various populations: a scoping review of randomized clinical trials. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 20(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01449-7>
108. Hughes, J. M., Song, Y., Fung, C. H., Dzierzewski, J. M., Mitchell, M. N., Jouldjian, S., Josephson, K. R., Alessi, C. A., & Martin, J. L. (2018). Measuring Sleep in Vulnerable Older Adults: A Comparison of Subjective and Objective Sleep Measures. *Clinical gerontologist*, 41(2), 145–157. <https://doi.org/10.1080/07317115.2017.1408734>
109. Idalino, S. C. C., Canever, J. B., Cândido, L. M., Wagner, K. J. P., de Souza Moreira, B., Danielewicz, A. L., & de Avelar, N. C. P. (2023). Association between sleep problems and multimorbidity patterns in older adults. *BMC public health*, 23(1), 978. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15965-5>
110. Inoue, S., Yorifuji, T., Sugiyama, M., Ohta, T., Ishikawa-Takata, K., & Doi, H. (2013). Does habitual physical activity prevent insomnia? A cross-sectional and longitudinal study of elderly Japanese. *Journal of aging and physical activity*, 21(2), 119–139. <https://doi.org/10.1123/japa.21.2.119>
111. Internet stranica: [https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2023/01/WSR\\_2023\\_Chapter\\_Key\\_Messages.pdf](https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2023/01/WSR_2023_Chapter_Key_Messages.pdf) s Interneta preuzeto 28. 05. 2024.

112. Internet stranica: <https://data.oecd.org/pop/elderly-population.htm> s Interneta preuzeto 28. 05. 2024.
113. Internet stranica: <https://www.cdc.gov/physical-activity-basics/guidelines/older-adults.html> s Interneta preuzeto 30. 06. 2024.
114. Internet stranica: <https://eabct.eu/groups/downloads-and-archive-sig-li-cbt> s Interneta preuzeto 04. 07. 2024.
115. Internet stranica: <https://www.cci.health.wa.gov.au/> s Interneta preuzeto 04. 07. 2024.
116. Internet stranica: [https://www.cdc.gov/physicalactivity/basics/older\\_adults/index.htm](https://www.cdc.gov/physicalactivity/basics/older_adults/index.htm) s Interneta preuzeto 04. 07. 2024.
117. Iso-Markku, P., Kujala, U. M., Knittle, K., Polet, J., Vuoksimaa, E., & Waller, K. (2022). Physical activity as a protective factor for dementia and Alzheimer's disease: systematic review, meta-analysis and quality assessment of cohort and case-control studies. *British journal of sports medicine*, 56(12), 701–709. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104981>
118. Izquierdo, M., Duque, G., & Morley, J. E. (2021). Physical activity guidelines for older people: knowledge gaps and future directions. *The lancet. Healthy longevity*, 2(6), e380–e383. [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(21\)00079-9](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(21)00079-9)
119. Jaussent, I., Bouyer, J., Ancelin, M. L., Berr, C., Foubert-Samier, A., Ritchie, K., Ohayon, M. M., Besset, A., & Dauvilliers, Y. (2012). Excessive sleepiness is predictive of cognitive decline in the elderly. *Sleep*, 35(9), 1201–1207. <https://doi.org/10.5665/sleep.2070>
120. Jiménez-García, J. D., Hita-Contreras, F., de la Torre-Cruz, M. J., Aibar-Almazán, A., Achalandabaso-Ochoa, A., Fábrega-Cuadros, R., & Martínez-Amat, A. (2021). Effects of HIIT and MIIT Suspension Training Programs on Sleep Quality and Fatigue in Older Adults: Randomized Controlled Clinical Trial. *International journal of environmental research and public health*, 18(3), 1211. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031211>
121. Jin, Q., Yang, N., Dai, J., Zhao, Y., Zhang, X., Yin, J., & Yan, Y. (2022). Association of sleep duration with all-cause and cardiovascular mortality: a prospective cohort study. *Frontiers in public health*, 10, 880276. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.880276>



122. Kahn, M., Korhonen, T., Leinonen, L., Martinmaki, K., Kuula, L., Pesonen, A. K., & Gradisar, M. (2021). Is It Time We Stop Discouraging Evening Physical Activity? New Real-World Evidence From 150,000 Nights. *Frontiers in public health*, *9*, 772376. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.772376>
123. Karimi, S., Soroush, A., Towhidi, F., Makhsosi, B. R., Karimi, M., Jamehshorani, S., Akhgar, A., Fakhri, M., & Abdi, A. (2016). Surveying the effects of an exercise program on the sleep quality of elderly males. *Clinical interventions in aging*, *11*, 997–1002. <https://doi.org/10.2147/CIA.S106808>
124. Keadle, S. K., McKinnon, R., Graubard, B. I., & Troiano, R. P. (2016). Prevalence and trends in physical activity among older adults in the United States: A comparison across three national surveys. *Preventive medicine*, *89*, 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.05.009>
125. Khaw, K. T., Wareham, N., Bingham, S., Welch, A., Luben, R., & Day, N. (2008). Combined impact of health behaviours and mortality in men and women: the EPIC-Norfolk prospective population study. *PLoS medicine*, *5*(1), e12. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050012>
126. Kishida, M., & Elavsky, S. (2016). An intensive longitudinal examination of daily physical activity and sleep in midlife women. *Sleep health*, *2*(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.12.001>
127. Kline, C. E., Hillman, C. H., Bloodgood Sheppard, B., Tennant, B., Conroy, D. E., Macko, R. F., Marquez, D. X., Petruzzello, S. J., Powell, K. E., & Erickson, K. I. (2021). Physical activity and sleep: An updated umbrella review of the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee report. *Sleep medicine reviews*, *58*, 101489. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101489>
128. Kline C. E. (2014). The bidirectional relationship between exercise and sleep: Implications for exercise adherence and sleep improvement. *American journal of lifestyle medicine*, *8*(6), 375–379. <https://doi.org/10.1177/1559827614544437>
129. Kobayashi, K., Ando, K., Nakashima, H., Suzuki, Y., Nagao, Y., & Imagama, S. (2021). Relationship between use of sleep medication and accidental falls during hospitalization. *Nagoya journal of medical science*, *83*(4), 851–860. <https://doi.org/10.18999/nagjms.83.4.851>



130. Košćec Bjelajac, A., Despot Lučanin, J., Lučanin, D. & Delale, E. (2019) Psychosocial Predictors of Sleep Quality in Residents of Nursing Homes. *GeroPsych-The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, 32(2), 93–105 doi:10.1024/1662-9647/a000206.
131. Kovacevic, A., Mavros, Y., Heisz, J. J., & Fiatarone Singh, M. A. (2018). The effect of resistance exercise on sleep: A systematic review of randomized controlled trials. *Sleep medicine reviews*, 39, 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.07.002>
132. Kurina, L. M., McClintock, M. K., Chen, J. H., Waite, L. J., Thisted, R. A., & Lauderdale, D. S. (2013). Sleep duration and all-cause mortality: a critical review of measurement and associations. *Annals of epidemiology*, 23(6), 361–370. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2013.03.015>
133. Kumar, S., Wong, P. S., Hasan, S. S., & Kairuz, T. (2019). The relationship between sleep quality, inappropriate medication use and frailty among older adults in aged care homes in Malaysia. *PloS one*, 14(10), e0224122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224122>
134. Landry, G. J., Best, J. R., & Liu-Ambrose, T. (2015). Measuring sleep quality in older adults: a comparison using subjective and objective methods. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 166. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00166>
135. Langhammer, B., Bergland, A., & Rydwick, E. (2018). The importance of physical activity exercise among older people. *BioMed research international*, 2018, 7856823. <https://doi.org/10.1155/2018/7856823>
136. Lazzeroni, D., Villatore, A., Souryal, G., Pili, G., & Peretto, G. (2022). The aging heart: a molecular and clinical challenge. *International journal of molecular sciences*, 23(24), 16033. <https://doi.org/10.3390/ijms232416033>
137. Lee, S. B., Oh, J. H., Park, J. H., Choi, S. P., & Wee, J. H. (2018). Differences in youngest-old, middle-old, and oldest-old patients who visit the emergency department. *Clinical and experimental emergency medicine*, 5(4), 249–255. <https://doi.org/10.15441/ceem.17.261>
138. Lee, D. H., Rezende, L. F. M., Joh, H. K., Keum, N., Ferrari, G., Rey-Lopez, J. P., Rimm, E. B., Tabung, F. K., & Giovannucci, E. L. (2022). Long-term leisure-time physical activity intensity and all-cause and cause-specific mortality: a prospective cohort of US adults. *Circulation*, 146(7), 523–534. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.058162>

139. Lewis, P., Korf, H. W., Kuffer, L., Groß, J. V., & Erren, T. C. (2018). Exercise time cues (zeitgebers) for human circadian systems can foster health and improve performance: a systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*, *4*(1), e000443. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000443>
140. Li, J., Vitiello, M. V., & Gooneratne, N. S. (2018a). Sleep in Normal Aging. *Sleep medicine clinics*, *13*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2017.09.001>
141. Li, J., Yang, B., Varrasse, M., Ji, X., Wu, M., Li, M., & Li, K. (2018b). Physical Activity in Relation to Sleep Among Community-Dwelling Older Adults in China. *Journal of aging and physical activity*, *26*(4), 647–654. <https://doi.org/10.1123/japa.2017-0270>
142. Licher, S., Heshmatollah, A., van der Willik, K. D., Stricker, B. H. C., Ruiter, R., de Roos, E. W., Lahousse, L., Koudstaal, P. J., Hofman, A., Fani, L., Brusselle, G. G. O., Bos, D., Arshi, B., Kavousi, M., Leening, M. J. G., Ikram, M. K., & Ikram, M. A. (2019). Lifetime risk and multimorbidity of non-communicable diseases and disease-free life expectancy in the general population: A population-based cohort study. *PLoS medicine*, *16*(2), e1002741. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002741>
143. Lie, J. D., Tu, K. N., Shen, D. D., & Wong, B. M. (2015). Pharmacological Treatment of Insomnia. *P & T : a peer-reviewed journal for formulary management*, *40*(11), 759–771.
144. Lin, Y., Wu, Y., Lin, Q., Wing, Y. K., Xu, L., Ge, J., Wu, Q., Li, Z., Wu, Q., Lin, B., & Wei, S. (2023). Objective Sleep Duration and All-Cause Mortality Among People With Obstructive Sleep Apnea. *JAMA network open*, *6*(12), e2346085. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.46085>
145. Liu, H., Liu, F., Ji, H., Dai, Z., & Han, W. (2023). A bibliometric analysis of sleep in older adults. *Frontiers in public health*, *11*, 1055782. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1055782>
146. Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Larson, E. B., Ritchie, K., Rockwood, K., Sampson, E. L., Samus, Q., ... Mukadam, N. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet (London, England)*, *390*(10113), 2673–2734. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31363-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6)

147. Lopez, P., Pinto, R. S., Radaelli, R., Rech, A., Grazioli, R., Izquierdo, M., & Cadore, E. L. (2018). Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. *Aging clinical and experimental research*, 30(8), 889–899. <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0863-z>
148. Lowe, H., Haddock, G., Mulligan, L. D., Gregg, L., Fuzellier-Hart, A., Carter, L. A., & Kyle, S. D. (2019). Does exercise improve sleep for adults with insomnia? A systematic review with quality appraisal. *Clinical psychology review*, 68, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.11.002>
149. Löllgen, H., Böckenhoff, A., & Knapp, G. (2009). Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *International journal of sports medicine*, 30(3), 213–224. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1128150>
150. Luengo-Fernandez, R., Walli-Attaei, M., Gray, A., Torbica, A., Maggioni, A. P., Huculeci, R., Bairami, F., Aboyans, V., Timmis, A. D., Vardas, P., & Leal, J. (2023). Economic burden of cardiovascular diseases in the European Union: a population-based cost study. *European heart journal*, 44(45), 4752–4767. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad583>
151. Mahindru, A., Patil, P., & Agrawal, V. (2023). Role of Physical Activity on Mental Health and Well-Being: A Review. *Cureus*, 15(1), e33475. <https://doi.org/10.7759/cureus.33475>
152. Malik, J., Lo, Y. L., & Wu, H. T. (2018). Sleep-wake classification via quantifying heart rate variability by convolutional neural network. *Physiological measurement*, 39(8), 085004. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aad5a9>
153. Mander, B. A., Rao, V., Lu, B., Saletin, J. M., Ancoli-Israel, S., Jagust, W. J., & Walker, M. P. (2014). Impaired prefrontal sleep spindle regulation of hippocampal-dependent learning in older adults. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 24(12), 3301–3309. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht188>
154. Manini T. (2011). Development of physical disability in older adults. *Current aging science*, 4(3), 184–191. <https://doi.org/10.2174/1874609811104030184>
155. Mannini, A., Intille, S. S., Rosenberger, M., Sabatini, A. M., & Haskell, W. (2013). Activity recognition using a single accelerometer placed at the wrist or ankle. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(11), 2193–2203. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829736d6>

156. Manuel, D. G., Perez, R., Sanmartin, C., Taljaard, M., Hennessy, D., Wilson, K., Tanuseputro, P., Manson, H., Bennett, C., Tuna, M., Fisher, S., & Rosella, L. C. (2016). Measuring burden of unhealthy behaviours using a multivariable predictive approach: life expectancy lost in Canada attributable to smoking, alcohol, physical inactivity, and diet. *PLoS medicine*, *13*(8), e1002082. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002082>
157. Marquez, D. X., Aguiñaga, S., Vásquez, P. M., Conroy, D. E., Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Sheppard, B. B., Petruzzello, S. J., King, A. C., & Powell, K. E. (2020). A systematic review of physical activity and quality of life and well-being. *Translational behavioral medicine*, *10*(5), 1098–1109. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz198>
158. Matovelle, P., Oliván-Blázquez, B., Domínguez-García, M., Casado-Vicente, V., Pascual de la Pisa, B., & Magallón-Botaya, R. (2024). Health outcomes for older patients with chronic diseases during the first pandemic year. *Clinical interventions in aging*, *19*, 385–397. <https://doi.org/10.2147/CIA.S444716>
159. McCarthy, C. E. (2021). Sleep disturbance, sleep disorders and co-morbidities in the care of the older person. *Medical Sciences*, *9*(2), 31.
160. McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N., & Degens, H. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*, *17*(3), 567–580. <https://doi.org/10.1007/s10522-016-9641-0>
161. McGuire, D. K., Levine, B. D., Williamson, J. W., Snell, P. G., Blomqvist, C. G., Saltin, B., & Mitchell, J. H. (2001). A 30-year follow-up of the Dallas Bedrest and Training Study: I. Effect of age on the cardiovascular response to exercise. *Circulation*, *104*(12), 1350–1357.
162. Melancon, M. O., Lorrain, D., & Dionne, I. J. (2015). Sleep depth and continuity before and after chronic exercise in older men: electrophysiological evidence. *Physiology & behavior*, *140*, 203–208. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.12.031>
163. Mendelson, M., Lyons, O. D., Yadollahi, A., Inami, T., Oh, P., & Bradley, T. D. (2016). Effects of exercise training on sleep apnoea in patients with coronary artery disease: a randomised trial. *The European respiratory journal*, *48*(1), 142–150. <https://doi.org/10.1183/13993003.01897-2015>

164. Michal, M., Wiltink, J., Kirschner, Y., Schneider, A., Wild, P. S., Münzel, T., Blettner, M., Schulz, A., Lackner, K., Pfeiffer, N., Blankenberg, S., Tschan, R., Tuin, I., & Beutel, M. E. (2014). Complaints of sleep disturbances are associated with cardiovascular disease: results from the Gutenberg Health Study. *PloS one*, *9*(8), e104324. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104324>
165. Michel, J. P., & Sadana, R. (2017). "Healthy Aging" concepts and measures. *Journal of the American Medical Directors Association*, *18*(6), 460–464. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.03.008>
166. Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical interventions in aging*, *8*, 549–556. <https://doi.org/10.2147/CIA.S44112>
167. Milne, S., & Elkins, M. R. (2017). Exercise as an alternative treatment for chronic insomnia (PEDro synthesis). *British journal of sports medicine*, *51*(5), 479–480. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096349>
168. Milner, C. E., & Cote, K. A. (2009). Benefits of napping in healthy adults: impact of nap length, time of day, age, and experience with napping. *Journal of sleep research*, *18*(2), 272–281. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00718.x>
169. Miner, B., & Kryger, M. H. (2017). Sleep in the aging population. *Sleep medicine clinics*, *12*(1), 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2016.10.008>
170. Minetto, M. A., Giannini, A., McConnell, R., Busso, C., Torre, G., & Massazza, G. (2020). Common musculoskeletal disorders in the elderly: the star triad. *Journal of clinical medicine*, *9*(4), 1216. <https://doi.org/10.3390/jcm9041216>
171. Miyazaki, T., Hashimoto, S., Masubuchi, S., Honma, S., & Honma, K. I. (2001). Phase-advance shifts of human circadian pacemaker are accelerated by daytime physical exercise. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, *281*(1), R197–R205. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.2001.281.1.R197>
172. Molton, I. R., & Yorkston, K. M. (2017). Growing older with a physical disability: a special application of the successful aging paradigm. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, *72*(2), 290–299. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw122>

173. Monteiro, L. Z., de Farias, J. M., de Lima, T. R., Schäfer, A. A., Meller, F. O., & Silva, D. A. S. (2023). Physical Activity and Sleep in Adults and Older Adults in Southern Brazil. *International journal of environmental research and public health*, 20(2), 1461. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021461>
174. Morelhão, P. K., Tufik, S., & Andersen, M. L. (2019). What Are the Effects of Physical Activity on Sleep Quality and Low Back Pain in Older Adults?. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 15(7), 1067–1068. <https://doi.org/10.5664/jcsm.7896>
175. Morris, J. N., & Hardman, A. E. (1997). Walking to health. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 23(5), 306–332. <https://doi.org/10.2165/00007256-199723050-00004>
176. Mukaka M. M. (2012). Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal : the journal of Medical Association of Malawi*, 24(3), 69–71.
177. Murray, K., Godbole, S., Natarajan, L., Full, K., Hipp, J. A., Glanz, K., Mitchell, J., Laden, F., James, P., Quante, M., & Kerr, J. (2017). The relations between sleep, time of physical activity, and time outdoors among adult women. *PloS one*, 12(9), e0182013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182013>
178. Musich, S., Wang, S. S., Hawkins, K., & Greame, C. (2017). The Frequency and Health Benefits of Physical Activity for Older Adults. *Population health management*, 20(3), 199–207. <https://doi.org/10.1089/pop.2016.0071>
179. Naylor, E., Penev, P. D., Orbeta, L., Janssen, I., Ortiz, R., Colecchia, E. F., Keng, M., Finkel, S., & Zee, P. C. (2000). Daily social and physical activity increases slow-wave sleep and daytime neuropsychological performance in the elderly. *Sleep*, 23(1), 87–95.
180. Ng, B. J., Le Couteur, D. G., & Hilmer, S. N. (2018). Deprescribing Benzodiazepines in Older Patients: Impact of Interventions Targeting Physicians, Pharmacists, and Patients. *Drugs & aging*, 35(6), 493–521. <https://doi.org/10.1007/s40266-018-0544-4>
181. Nguyen, M. H., & Kruse, A. (2012). A randomized controlled trial of Tai chi for balance, sleep quality and cognitive performance in elderly Vietnamese. *Clinical interventions in aging*, 7, 185–190. <https://doi.org/10.2147/CIA.S32600>
182. Noto S. (2023). Perspectives on aging and quality of life. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(15), 2131. <https://doi.org/10.3390/healthcare11152131>



183. Ohayon, M. M., Carskadon, M. A., Guilleminault, C., & Vitiello, M. V. (2004). Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. *Sleep*, 27(7), 1255–1273. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.7.1255>
184. Oudegeest-Sander, M. H., Eijsvogels, T. H., Verheggen, R. J., Poelkens, F., Hopman, M. T., Jones, H., & Thijssen, D. H. (2013). Impact of physical fitness and daily energy expenditure on sleep efficiency in young and older humans. *Gerontology*, 59(1), 8–16. <https://doi.org/10.1159/000342213>
185. Overholser, B. R., & Sowinski, K. M. (2008). Biostatistics primer: part 2. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, 23(1), 76–84. <https://doi.org/10.1177/011542650802300176>
186. Palmer, A. K., & Jensen, M. D. (2022). Metabolic changes in aging humans: current evidence and therapeutic strategies. *The Journal of clinical investigation*, 132(16), e158451. <https://doi.org/10.1172/JCI158451>
187. Passos, G. S., Poyares, D., Santana, M. G., Garbuio, S. A., Tufik, S., & Mello, M. T. (2010). Effect of acute physical exercise on patients with chronic primary insomnia. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 6(3), 270–275.
188. Paterson, D. H., & Warburton, D. E. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7, 38. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-38>
189. Peng, J., Yuan, Y., Zhao, Y., & Ren, H. (2022). Effects of Exercise on Patients with Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 19(17), 10845. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710845>
190. Pereira, M. J., Mendes, R., Mendes, R. S., Martins, F., Gomes, R., Gama, J., Dias, G., & Castro, M. A. (2022). Benefits of Pilates in the Elderly Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European journal of investigation in health, psychology and education*, 12(3), 236–268. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12030018>
191. Perez, F. P., Perez, C. A., & Chumbiauca, M. N. (2022). Insights into the social determinants of health in older adults. *Journal of biomedical science and engineering*, 15(11), 261–268. <https://doi.org/10.4236/jbise.2022.1511023>

192. Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *JAMA*, *320*(19), 2020–2028. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
193. Plužarić, J., Barać, I., Ilakovac, V., Lovrić, R., Farčić, N., Mudri, Ž., Barišić, M., & Pavlić, I. (2023). Connectedness and successful aging of older adults in Croatia. *Sustainability*, *15*(14), 10843.
194. Pótári, A., Ujma, P. P., Konrad, B. N., Genzel, L., Simor, P., Körmendi, J., Gombos, F., Steiger, A., Dresler, M., & Bódizs, R. (2017). Age-related changes in sleep EEG are attenuated in highly intelligent individuals. *NeuroImage*, *146*, 554–560. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.09.039>
195. Prahraj, S. K., Gupta, R., & Gaur, N. (2018). Clinical Practice Guideline on Management of Sleep Disorders in the Elderly. *Indian journal of psychiatry*, *60*(Suppl 3), S383–S396. <https://doi.org/10.4103/0019-5545.224477>
196. Qin, S., Leong, R. L. F., Ong, J. L., & Chee, M. W. L. (2023). Associations between objectively measured sleep parameters and cognition in healthy older adults: A meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, *67*, 101734. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2022.101734>
197. Qu, C., Liao, S., Zhang, J., Cao, H., Zhang, H., Zhang, N., Yan, L., Cui, G., Luo, P., Zhang, Q., & Cheng, Q. (2024). Burden of cardiovascular disease among elderly: based on the Global Burden of Disease Study 2019. *European heart journal. Quality of care & clinical outcomes*, *10*(2), 143–153. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcad033>
198. Ravichandran, R., Gupta, L., Singh, M., Nag, A., Thomas, J., & Panjiyar, B. K. (2023). The interplay between sleep disorders and cardiovascular diseases: a systematic review. *Cureus*, *15*(9), e45898. <https://doi.org/10.7759/cureus.45898>
199. Reid, K. J., Baron, K. G., Lu, B., Naylor, E., Wolfe, L., & Zee, P. C. (2010). Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep medicine*, *11*(9), 934–940. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.04.014>
200. Reynolds, A. C., & Adams, R. J. (2019). Treatment of sleep disturbance in older adults. *Journal of Pharmacy Practice and Research*, *49*(3), 296–304.
201. Reynolds 3rd, C. F., Jeste, D. V., Sachdev, P. S., & Blazer, D. G. (2022). Mental health care for older adults: recent advances and new directions in clinical practice and research. *World Psychiatry*, *21*(3), 336–363.



202. Rizzuto, D., Orsini, N., Qiu, C., Wang, H. X., & Fratiglioni, L. (2012). Lifestyle, social factors, and survival after age 75: population based study. *BMJ (Clinical research ed.)*, 345, e5568. <https://doi.org/10.1136/bmj.e5568>
203. Roberts, S., Colombier, P., Sowman, A., Mennan, C., Rölfing, J. H., Guicheux, J., & Edwards, J. R. (2016). Ageing in the musculoskeletal system. *Acta orthopaedica*, 87(sup363), 15–25. <https://doi.org/10.1080/17453674.2016.1244750>
204. Roberts, C. E., Phillips, L. H., Cooper, C. L., Gray, S., & Allan, J. L. (2017). Effect of Different Types of Physical Activity on Activities of Daily Living in Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of aging and physical activity*, 25(4), 653–670. <https://doi.org/10.1123/japa.2016-0201>
205. Rowlands, A. V., Olds, T. S., Hillsdon, M., Pulsford, R., Hurst, T. L., Eston, R. G., Gomersall, S. R., Johnston, K., & Langford, J. (2014). Assessing sedentary behavior with the GENEActiv: introducing the sedentary sphere. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(6), 1235–1247. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000224>
206. Rubio-Arias, J. Á., Marín-Cascales, E., Ramos-Campo, D. J., Hernandez, A. V., & Pérez-López, F. R. (2017). Effect of exercise on sleep quality and insomnia in middle-aged women: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Maturitas*, 100, 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.04.003>
207. Rubio-Sastre, P., Gómez-Abellán, P., Martínez-Nicolas, A., Ordovás, J. M., Madrid, J. A., & Garaulet, M. (2014). Evening physical activity alters wrist temperature circadian rhythmicity. *Chronobiology international*, 31(2), 276–282. <https://doi.org/10.3109/07420528.2013.833215>
208. Rudnicka, E., Napierała, P., Podfigurna, A., Męczekalski, B., Smolarczyk, R., & Grymowicz, M. (2020). The World Health Organization (WHO) approach to healthy ageing. *Maturitas*, 139, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.05.018>
209. Ryan, A., Murphy, C., Boland, F., Galvin, R., & Smith, S. M. (2018). What is the impact of physical activity and physical function on the development of multimorbidity in older adults over time? A population-based cohort study. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 73(11), 1538–1544. <https://doi.org/10.1093/gerona/glx251>
210. Sadighi Akha A. A. (2018). Aging and the immune system: An overview. *Journal of immunological methods*, 463, 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.jim.2018.08.005>

211. Şahin, G. (2017). The Importance of Physical Activity Level and Exercise Characteristics on Sleep Quality in Older Adults. *Activities, Adaptation & Aging*, 1–10. 10.1080/01924788.2017.1398039
212. Saidi, O., Colin, E., Rance, M., Doré, E., Pereira, B., & Duché, P. (2021). Effect of morning versus evening exercise training on sleep, physical activity, fitness, fatigue and quality of life in overweight and obese adults. *Chronobiology international*, 38(11), 1537–1548. <https://doi.org/10.1080/07420528.2021.1935988>
213. Santoro, A., Bientinesi, E., & Monti, D. (2021). Immunosenescence and inflammaging in the aging process: age-related diseases or longevity?. *Ageing research reviews*, 71, 101422. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101422>
214. Schuch, F. B., Vancampfort, D., Richards, J., Rosenbaum, S., Ward, P. B., & Stubbs, B. (2016). Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *Journal of psychiatric research*, 77, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.02.023>
215. Sejbuk, M., Mirończuk-Chodakowska, I., & Witkowska, A. M. (2022). Sleep Quality: A Narrative Review on Nutrition, Stimulants, and Physical Activity as Important Factors. *Nutrients*, 14(9), 1912. <https://doi.org/10.3390/nu14091912>
216. Seol, J., Fujii, Y., Inoue, T., Kitano, N., Tsunoda, K., & Okura, T. (2021a). Effects of morning versus evening home-based exercise on subjective and objective sleep parameters in older adults: a randomized controlled trial. *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, 34(3), 232–242. <https://doi.org/10.1177/0891988720924709>
217. Seol, J., Lee, J., Nagata, K., Fujii, Y., Joho, K., Tateoka, K., Inoue, T., Liu, J., & Okura, T. (2021b). Combined effect of daily physical activity and social relationships on sleep disorder among older adults: cross-sectional and longitudinal study based on data from the Kasama study. *BMC geriatrics*, 21(1), 623. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02589-w>
218. Seol, J., Lee, J., Park, I., Tokuyama, K., Fukusumi, S., Kokubo, T., Yanagisawa, M., & Okura, T. (2022). Bidirectional associations between physical activity and sleep in older adults: a multilevel analysis using polysomnography. *Scientific reports*, 12(1), 15399. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19841-x>

219. Silva, V.P.O., Silva, M.P.O., Silva, V.L.d.S., Mantovani, D.B.C., Mittelmann, J.V., Oliveira, J.V.V., Pessoa, J.P.d.L., Chaves, Y.L., Haddad, M.P., Andrielli, O., et al. (2022). Effect of Physical Exercise on Sleep Quality in Elderly Adults: A Systematic Review with a Meta-Analysis of Controlled and Randomized Studies. *Journal of Aging and Longevity*, 2, 85–97. <https://doi.org/10.3390/jal2020008>
220. Siu, P. M., Yu, A. P., Tam, B. T., Chin, E. C., Yu, D. S., Chung, K. F., Hui, S. S., Woo, J., Fong, D. Y., Lee, P. H., Wei, G. X., & Irwin, M. R. (2021). Effects of Tai Chi or Exercise on Sleep in Older Adults With Insomnia: A Randomized Clinical Trial. *JAMA network open*, 4(2), e2037199. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.37199>
221. Smagula, S. F., Stone, K. L., Fabio, A., & Cauley, J. A. (2016). Risk factors for sleep disturbances in older adults: Evidence from prospective studies. *Sleep medicine reviews*, 25, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2015.01.003>
222. Smith, C., & Lapp, L. (1991). Increases in number of REMS and REM density in humans following an intensive learning period. *Sleep*, 14(4), 325–330. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.4.325>
223. Solikhah, F.K., Nursalam, N., & Ulfiana, E. (2017). The Effect of Sleep Hygiene on The Sleep Quality in Elderly. *Advances in Health Sciences Research*, 3, Proceedings of the 8th International Nursing Conference on Education, Practice and Research Development in Nursing (INC 2017). doi:10.2991/inc-17.2017.26
224. Spinelli, R., Parrillo, L., Longo, M., Florese, P., Desiderio, A., Zatterale, F., Miele, C., Raciti, G. A., & Beguinot, F. (2020). Molecular basis of ageing in chronic metabolic diseases. *Journal of endocrinological investigation*, 43(10), 1373–1389. <https://doi.org/10.1007/s40618-020-01255-z>
225. Stepanski, E. J., & Wyatt, J. K. (2003). Use of sleep hygiene in the treatment of insomnia. *Sleep medicine reviews*, 7(3), 215–225. <https://doi.org/10.1053/smr.2001.0246>
226. Stevenson, J. S., & Topp, R. (1990). Effects of moderate and low intensity long-term exercise by older adults. *Research in nursing & health*, 13(4), 209–218. <https://doi.org/10.1002/nur.4770130403>
227. Stewart, E. M., Landry, S., Edwards, B. A., & Drummond, S. P. (2020). The bidirectional relationship between sleep and health. *The Wiley encyclopedia of health psychology*, 165–188.

228. Sullivan Bisson, A. N., Robinson, S. A., & Lachman, M. E. (2019). Walk to a better night of sleep: testing the relationship between physical activity and sleep. *Sleep health*, 5(5), 487–494. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2019.06.003>
229. Suzuki, K., Miyamoto, M., & Hirata, K. (2017). Sleep disorders in the elderly: Diagnosis and management. *Journal of general and family medicine*, 18(2), 61–71. <https://doi.org/10.1002/jgf2.27>
230. Svensson, T., Saito, E., Svensson, A. K., Melander, O., Orho-Melander, M., Mimura, M., Rahman, S., Sawada, N., Koh, W. P., Shu, X. O., Tsuji, I., Kanemura, S., Park, S. K., Nagata, C., Tsugane, S., Cai, H., Yuan, J. M., Matsuyama, S., Sugawara, Y., Wada, K., ... Inoue, M. (2021). Association of sleep duration with all- and major-cause mortality among adults in Japan, China, Singapore, and Korea. *JAMA network open*, 4(9), e2122837. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.22837>
231. Szychowska, A., & Drygas, W. (2022). Physical activity as a determinant of successful aging: a narrative review article. *Aging clinical and experimental research*, 34(6), 1209–1214. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-02037-0>
232. Štefan, L., Vrgoč, G., Rupčić, T., Sporiš, G., & Sekulić, D. (2018a). Sleep Duration and Sleep Quality Are Associated with Physical Activity in Elderly People Living in Nursing Homes. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2512. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112512>
233. Štefan, L., Vrgoč, G., Rupčić, T., Sporiš, G., & Sekulić, D. (2018b). Sleep Duration and Sleep Quality Are Associated with Physical Activity in Elderly People Living in Nursing Homes. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2512. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112512>
234. Štefan, L., Sporiš, G., Krističević, T., & Knjaz, D. (2018). Associations between sleep quality and its domains and insufficient physical activity in a large sample of Croatian young adults: a cross-sectional study. *BMJ open*, 8(7), e021902. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-021902>
235. Taillard, J., Gronfier, C., Bioulac, S., Philip, P., & Sagaspe, P. (2021). Sleep in normal aging, homeostatic and circadian regulation and vulnerability to sleep deprivation. *Brain sciences*, 11(8), 1003. <https://doi.org/10.3390/brainsci11081003>
236. Tatinyeny, P., Shafi, F., Gohar, A., & Bhat, A. (2020). Sleep in the Elderly. *Missouri medicine*, 117(5), 490–495.

237. Torres-Castro, R., Vasconcello-Castillo, L., Puppo, H., Cabrera-Aguilera, I., Otto-Yáñez, M., Rosales-Fuentes, J., & Vilaró, J. (2021). Effects of Exercise in Patients with Obstructive Sleep Apnoea. *Clocks & sleep*, 3(1), 227–235. <https://doi.org/10.3390/clockssleep3010013>
238. Tracy, E. L., Zhang, J., Wilckens, K., Krafty, R. T., Hasler, B. P., Hall, M. H., & Buysse, D. J. (2022). Homeostatic response to sleep deprivation and circadian rhythmicity are intact in older adults with insomnia. *Sleep*, 45(9), zsac162. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsac162>
239. Tsunoda, K., Kitano, N., Kai, Y., Uchida, K., Kuchiki, T., Okura, T., & Nagamatsu, T. (2015). Prospective study of physical activity and sleep in middle-aged and older adults. *American journal of preventive medicine*, 48(6), 662–673. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.12.006>
240. Tuft, C., Matar, E., Menczel Schrire, Z., Grunstein, R. R., Yee, B. J., & Hoyos, C. M. (2023). Current insights into the risks of using melatonin as a treatment for sleep disorders in older adults. *Clinical interventions in aging*, 18, 49–59. <https://doi.org/10.2147/CIA.S361519>
241. Tworoger, S. S., Yasui, Y., Vitiello, M. V., Schwartz, R. S., Ulrich, C. M., Aiello, E. J., Irwin, M. L., Bowen, D., Potter, J. D., & McTiernan, A. (2003). Effects of a yearlong moderate-intensity exercise and a stretching intervention on sleep quality in postmenopausal women. *Sleep*, 26(7), 830–836. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.7.830>
242. Van Cauter, E., Caufriez, A., Kerkhofs, M., Van Onderbergen, A., Thorner, M. O., & Copinschi, G. (1992). Sleep, awakenings, and insulin-like growth factor-I modulate the growth hormone (GH) secretory response to GH-releasing hormone. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 74(6), 1451–1459. <https://doi.org/10.1210/jcem.74.6.1592893>
243. Vanderlinden, J., Boen, F., & van Uffelen, J. G. Z. (2020). Effects of physical activity programs on sleep outcomes in older adults: a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 17(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-0913-3>
244. Van Gastel A. (2018). Drug-Induced Insomnia and Excessive Sleepiness. *Sleep medicine clinics*, 13(2), 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2018.02.001>
245. Varrasse, M., Li, J., & Gooneratne, N. (2015). Exercise and Sleep in Community-Dwelling Older Adults. *Current sleep medicine reports*, 1(4), 232–240. <https://doi.org/10.1007/s40675-015-0028-6>

246. Vaz Fragoso, C. A., Miller, M. E., King, A. C., Kritchevsky, S. B., Liu, C. K., Myers, V. H., Nadkarni, N. K., Pahor, M., Spring, B. J., Gill, T. M., & Lifestyle Interventions and Independence for Elders Study Group (2015). Effect of Structured Physical Activity on Sleep-Wake Behaviors in Sedentary Elderly Adults with Mobility Limitations. *Journal of the American Geriatrics Society*, *63*(7), 1381–1390. <https://doi.org/10.1111/jgs.13509>
247. Vienne, J., Spann, R., Guo, F., & Rosbash, M. (2016). Age-related reduction of recovery sleep and arousal threshold in drosophila. *Sleep*, *39*(8), 1613–1624. <https://doi.org/10.5665/sleep.6032>
248. Vina, J., Sanchis-Gomar, F., Martinez-Bello, V., & Gomez-Cabrera, M. C. (2012). Exercise acts as a drug; the pharmacological benefits of exercise. *British journal of pharmacology*, *167*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2012.01970.x>
249. Vitiello, M. V. (2006). Sleep in normal aging. *Sleep Medicine Clinics*, *1*(2), 171–176.
250. Vogel, O., Niederer, D., Wilke, J., El-Rajab, I., & Vogt, L. (2021). Habitual Physical Activity and Sleep Duration in Institutionalized Older Adults. *Frontiers in neurology*, *12*, 706340. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.706340>
251. Yamanaka, Y., Hashimoto, S., Takasu, N. N., Tanahashi, Y., Nishide, S. Y., Honma, S., & Honma, K. (2015). Morning and evening physical exercise differentially regulate the autonomic nervous system during nocturnal sleep in humans. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, *309*(9), R1112–R1121. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00127.2015>
252. Yang, P. Y., Ho, K. H., Chen, H. C., & Chien, M. Y. (2012). Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, *58*(3), 157–163. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(12\)70106-6](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(12)70106-6)
253. Yoon, I. Y., Kripke, D. F., Youngstedt, S. D., & Elliott, J. A. (2003). Actigraphy suggests age-related differences in napping and nocturnal sleep. *Journal of sleep research*, *12*(2), 87–93. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.2003.00345.x>
254. Wang, F., & Boros, S. (2021). The effect of physical activity on sleep quality: a systematic review. *European journal of physiotherapy*, *23*(1), 11–18.
255. Wang, Y., Dong, C., Han, Y., Gu, Z., & Sun, C. (2022). Immunosenescence, aging and successful aging. *Frontiers in immunology*, *13*, 942796. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.942796>



256. Wang, W., Yang, J., Wang, K., Niu, J., Wang, J., Luo, Z., Liu, H., Chen, X., & Ge, H. (2023). Association between self-reported sleep duration, physical activity and the risk of all cause and cardiovascular diseases mortality from the NHANES database. *BMC cardiovascular disorders*, 23(1), 467. <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03499-y>
257. Wendt, A., da Silva, I. C. M., Gonçalves, H., Menezes, A., Barros, F., & Wehrmeister, F. C. (2022). Short-term effect of physical activity on sleep health: A population-based study using accelerometry. *Journal of sport and health science*, 11(5), 630–638. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.04.007>
258. Weyand, C. M., & Goronzy, J. J. (2016). Aging of the immune system. Mechanisms and therapeutic targets. *Annals of the American Thoracic Society*, 13 Suppl 5(Suppl 5), S422–S428. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201602-095AW>
259. Whipple, M. O., Schorr, E. N., Talley, K. M. C., Lindquist, R., Bronas, U. G., & Treat-Jacobson, D. (2018). Variability in Individual Response to Aerobic Exercise Interventions Among Older Adults. *Journal of aging and physical activity*, 26(4), 655–670. <https://doi.org/10.1123/japa.2017-0054>
260. Windred, D. P., Burns, A. C., Lane, J. M., Saxena, R., Rutter, M. K., Cain, S. W., & Phillips, A. J. K. (2024). Sleep regularity is a stronger predictor of mortality risk than sleep duration: A prospective cohort study. *Sleep*, 47(1), zsad253. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsad253>
261. World Health Organization. (2017). *Integrated care for older people: guidelines on community-level interventions to manage declines in intrinsic capacity*. World Health Organization.
262. World Health Organization. PA for health. More active people for a healthier world: draft global action plan on PA 2018-2030. *Vaccine*. 2018 doi: 10.1016/j.vaccine.2018.04.022.
263. World Health Organization. (2019). *Integrated care for older people (ICOPE) implementation framework: guidance for systems and services*. World Health Organization.
264. World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.
265. Wu, S., Wang, R., Zhao, Y., Ma, X., Wu, M., Yan, X., & He, J. (2013). The relationship between self-rated health and objective health status: a population-based study. *BMC public health*, 13, 320. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-320>

266. Wunsch, K., Kasten, N., & Fuchs, R. (2017). The effect of physical activity on sleep quality, well-being, and affect in academic stress periods. *Nature and science of sleep*, 9, 117–126. <https://doi.org/10.2147/NSS.S132078>
267. Wyss-Coray T. (2016). Ageing, neurodegeneration and brain rejuvenation. *Nature*, 539(7628), 180–186. <https://doi.org/10.1038/nature20411>
268. Xie, Y., Liu, S., Chen, X. J., Yu, H. H., Yang, Y., & Wang, W. (2021). Effects of Exercise on Sleep Quality and Insomnia in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in psychiatry*, 12, 664499. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.664499>
269. Zantinge, E. M., van den Berg, M., Smit, H. A., & Picavet, H. S. (2014). Retirement and a healthy lifestyle: opportunity or pitfall? A narrative review of the literature. *European journal of public health*, 24(3), 433–439. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckt157>
270. Zeitzer, J. M., Duffy, J. F., Lockley, S. W., Dijk, D. J., & Czeisler, C. A. (2007). Plasma melatonin rhythms in young and older humans during sleep, sleep deprivation, and wake. *Sleep*, 30(11), 1437–1443. <https://doi.org/10.1093/sleep/30.11.1437>
271. Zhang, K., Ma, Y., Luo, Y., Song, Y., Xiong, G., Ma, Y., Sun, X., & Kan, C. (2023). Metabolic diseases and healthy aging: identifying environmental and behavioral risk factors and promoting public health. *Frontiers in public health*, 11, 1253506. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1253506>
272. Zhang, D., Zhang, Z., Li, H., & Ding, K. (2021). Excessive daytime sleepiness in depression and obstructive sleep apnea: more than just an overlapping symptom. *Frontiers in psychiatry*, 12, 710435. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.710435>
273. Zhang, Z., Xiao, X., Ma, W., & Li, J. (2020). Napping in Older Adults: A Review of Current Literature. *Current sleep medicine reports*, 6(3), 129–135. <https://doi.org/10.1007/s40675-020-00183-x>
274. Zhao, J., Han, Z., Ding, L., Wang, P., He, X., & Lin, L. (2024). The molecular mechanism of aging and the role in neurodegenerative diseases. *Heliyon*, 10(2), e24751. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24751>
275. Zhao, W., Hu, P., Sun, W., Wu, W., Zhang, J., Deng, H., Huang, J., Ukawa, S., Lu, J., Tamakoshi, A., & Liu, X. (2022). Effect of physical activity on the risk of frailty: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 17(12), e0278226. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278226>



276. Zhao, M., Veeranki, S. P., Magnussen, C. G., & Xi, B. (2020). Recommended physical activity and all cause and cause specific mortality in US adults: prospective cohort study. *BMJ (Clinical research ed.)*, *370*, m2031. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2031>