

# Psihomotoričke sposobnosti i arhitektura spavanja u bolesnika s dijagnozom opstruktivne apneje tijekom spavanja

---

**Marušić, Ana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, School of Medicine / Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:171:990025>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-22**



*Repository / Repozitorij:*

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Ana Marušić**

**PSIHOMOTORIČKE SPOSOBNOSTI I ARHITEKTURA SPAVANJA U  
BOLESNIKA S DIJAGNOZOM OPSTRUKCIJSKE APNEJE TIJEKOM SPAVANJA**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:**

**2023./2024.**

**Mentor:**

**Doc. dr. sc. Linda Lušić Kalcina**

**Split, srpanj 2024.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Definicija.....	2
1.2. Patofiziologija OSA-e .....	2
1.3. Dijagnostika OSA-e .....	3
1.4. Rizični faktori.....	5
1.5. Liječenje OSA-e.....	6
1.6.1. Psihomotorička brzina, vrijeme reakcije .....	7
1.6.2. Izvršne funkcije .....	8
1.6.3. Učestalost prometnih nesreća u bolesnika s OSA-om - javnozdravstvena važnost .....	10
1.7. Utjecaj poremećaja spavanja na psihomotoričke sposobnosti .....	10
1.8. Povezanost antropometrije i psihomotoričkih sposobnosti.....	11
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	12
3. ISPITANICI I POSTUPCI.....	14
3.1. Etička načela .....	15
3.2. Ispitanici .....	15
3.3. Mjesto i vrijeme istraživanja .....	15
3.4. Postupci .....	15
3.5. Statistička analiza.....	18
4. REZULTATI.....	19
5. RASPRAVA .....	30
6. ZAKLJUČAK.....	35
36	
7. LITERATURA .....	37
8. SAŽETAK .....	40
9. SUMMARY .....	42

## **ZAHVALA**

*Hvala mentorici doc. dr. sc. Lindi Lušić Kalcini na pomoći i strpljenju pri izradi ovog rada.*

*Hvala mojoj obitelji i prijateljima na neizmornoj podršci.*

## POPIS KRATICA

AHI – indeks apneje i hipopneje (engl. *Apnea Hypopnea Index*)

CCHS – sindrom kongenitalne centralne hipoventilacije (engl. *Congenital central hypoventilation syndrome*)

CPAP – kontinuirani pozitivni tlak zraka (engl. *Continuous Positive Airway Pressure*)

CRD – Complex Reactionometer Drenovac

CSB – Cheyne-Stokesovo disanje

ESS – Epworthova ljestvica pospanosti (engl. *Epworth Sleepiness Scale*)

ICSA – idiopatska centralna apneja u spavanju

ITM – indeks tjelesne mase (engl. *Body Mass Index*)

MedT – medijan vremena za rješavanje zadataka

MinT – najkraće vrijeme rješavanja jednog zadatka

MSLT – test višestruke latencije spavanja (engl. *The Multiple Sleep Latency Test*)

OHS – hipoventilacijski sindrom pretilosti

OSA – opstruktivska apneja tijekom spavanja (engl. *Obstructive sleep apnea*)

PSG – polisomnografija

PVT – test psihomotornih sposobnosti (engl. *The Psychomotor Vigilance Task*)

RDI – indeks respiratornih poremećaja (engl. *Respiratory Disturbance Index*)

SWS – sporovalno spavanje (engl. *Slow-wave sleep*)

SŽS – središnji živčani sustav (CNS, engl. *Central nervous system*)

UKT – ukupno vrijeme rješavanja testa

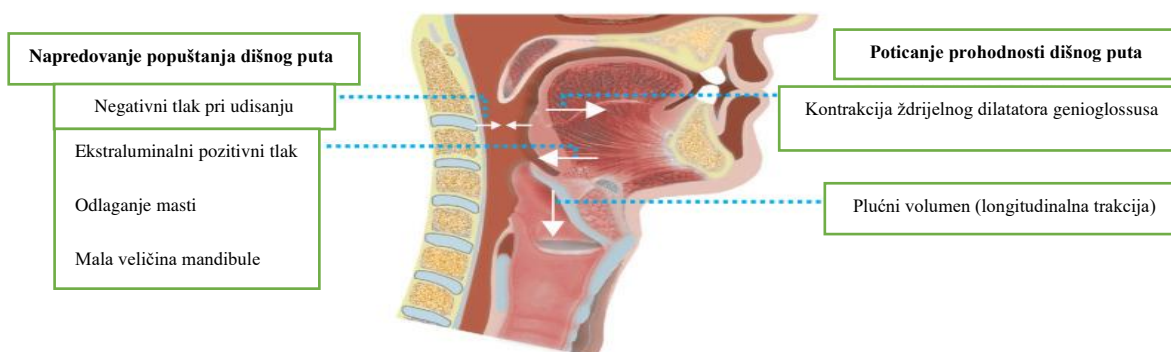
## **1. UVOD**

## 1.1. Definicija

Opstruktivska apneja tijekom spavanja čest je poremećaj popuštanja tonusa faringealnih mišića tijekom spavanja. Može biti djelomični, uzrokujući hipopneju ili potpuni, uzrokujući apneju. Ometana izmjena plinova vodi hiperkapniji, manjku kisika te prekidanju spavanja što pridonosi posljedicama koje mogu biti metaboličke, kardiovaskularne i neurokognitivne. Bolesnici opisuju hrkanje, pretjeranu pospanost te osjećaj gušenja. Ostali simptomi su teškoće usnivanja ili održavanja spavanja, jutarnja glavobolja i umor. Postoji povezanost antropometrijskih i anatomskih čimbenika koji ukazuju na opstruktivsku apneju – uski orofaringealni put te pretilost. Najbolja dijagnostička metoda je cjelonoćna polisomnografija kojom se procjenjuje vrijednost indeksa apneja i hipopneja (AHI, engl. *Apnea Hypopnea Index*) (1).

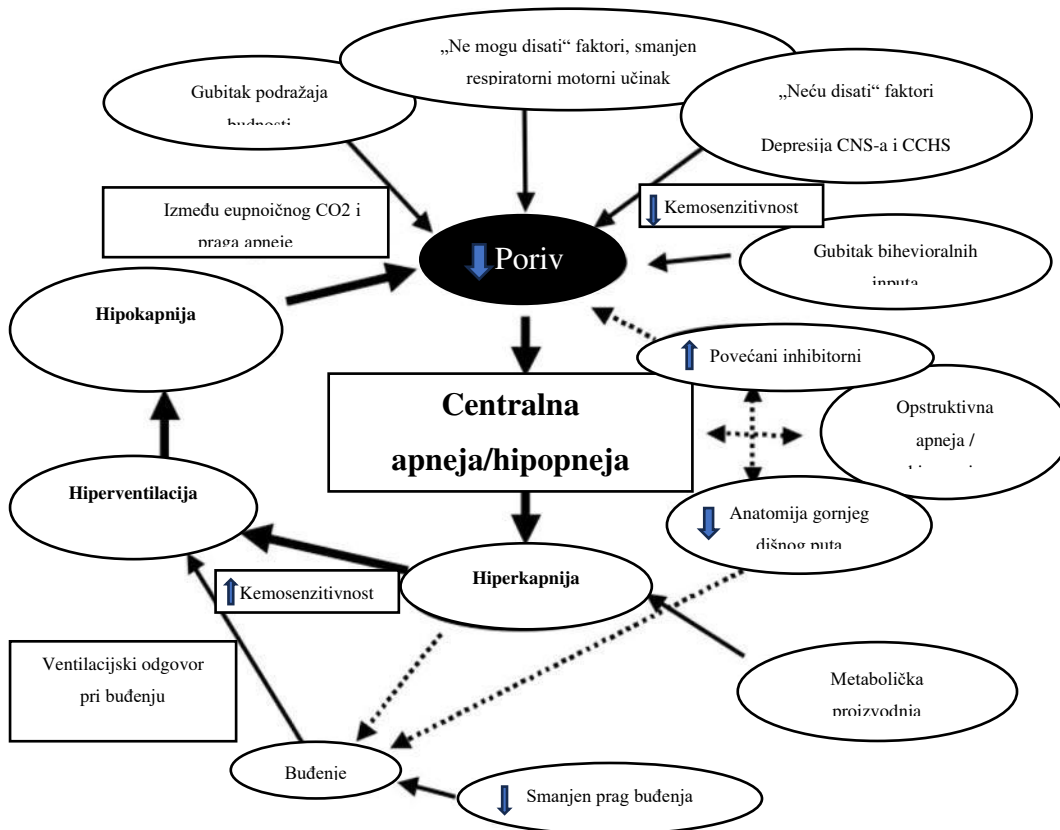
## 1.2. Patofiziologija OSA-e

Tijekom budnog stanja otvoreni dišni put omogućuje aktivnost mnogih mišića dilatatora gornjeg dišnog sustava, no tijekom spavanja aktivnost tih mišića se smanjuje uzrokujući popuštanje tonusa dišnog puta. Uz to, potencijalno važan čimbenik je sklonost buđenju. Nakon buđenja većina ljudi kratko hiperventilira te koncentracija CO<sub>2</sub> u krvi može pasti ispod kemijskog praga apneje, što uzrokuje centralnu apneju. Ako je hipokapnija blaga, potreba za disanjem je smanjena te se spavanje nastavi. Hipokapnija reducira aktivnost mišića dilatatora gornjeg dišnog puta te može dovesti do popuštanja dišnih putova, vidljivo na Slici 1. Osobe s niskim pragom buđenja se također mogu probuditi prije nego što mišići dilatatori ponovno otvore dišni put (1).



**Slika 1. Patofiziologija urušavanja dišnog puta.** Preuzeto i prilagođeno prema: Rundo JV. Obstructive sleep apnea basics. *Cleve Clin J Med.* 2019;86:2–9 (2).

Centralna apneja tijekom spavanja karakterizirana je nedostatkom poriva za disanje tijekom spavanja što ugrožava izmjenu plinova zbog nedovoljnog ili potpuno odsutnog disanja tijekom spavanja. Za razliku od OSA-e gdje su zamijećeni napori uloženi u disanje, centralnu apneju obilježava nedostatak disanja tijekom prestanka protoka zraka. Postoji značajno preklapanje u patogenezi i patofiziologiji centralne i opstruktivske apneje tijekom spavanja pa ih je ponekad teško razlikovati. Centralna apneja je kao i OSA povezana s važnim komplikacijama uključujući pretjeranu dnevnu pospanost, povećane kardiovaskularne rizike i česta buđenja noću. Nekoliko je manifestacija centralne apneje: centralna apneja izazvana narkoticima, periodično disanje izazvano visokom nadmorskom visinom, Cheyne-Stokesovo disanje (CSB), idiopatska CSA (ICSA), i hipoventilacijski sindrom pretilosti (OHS). Mehanizmi precipitacije uključeni u različite vrste CSA mogu znatno varirati, ali nestabilan nagon za disanje tijekom spavanja glavna je značajka (3).



**Slika 2. Shematski prikaz centralne apneje.** Preuzeto i prilagođeno prema: Eckert DJ, Jordan AS, Merchia P, Malhotra A. Central sleep apnea. Chest. 2007;131:595–607. (3).

### 1.3. Dijagnostika OSA-e

Međunarodna klasifikacija poremećaja spavanja (engl. *International Classification of Sleep Disorders*) dogovorno opisuje OSA-u kao prisustvo određenih komorbiditeta ili

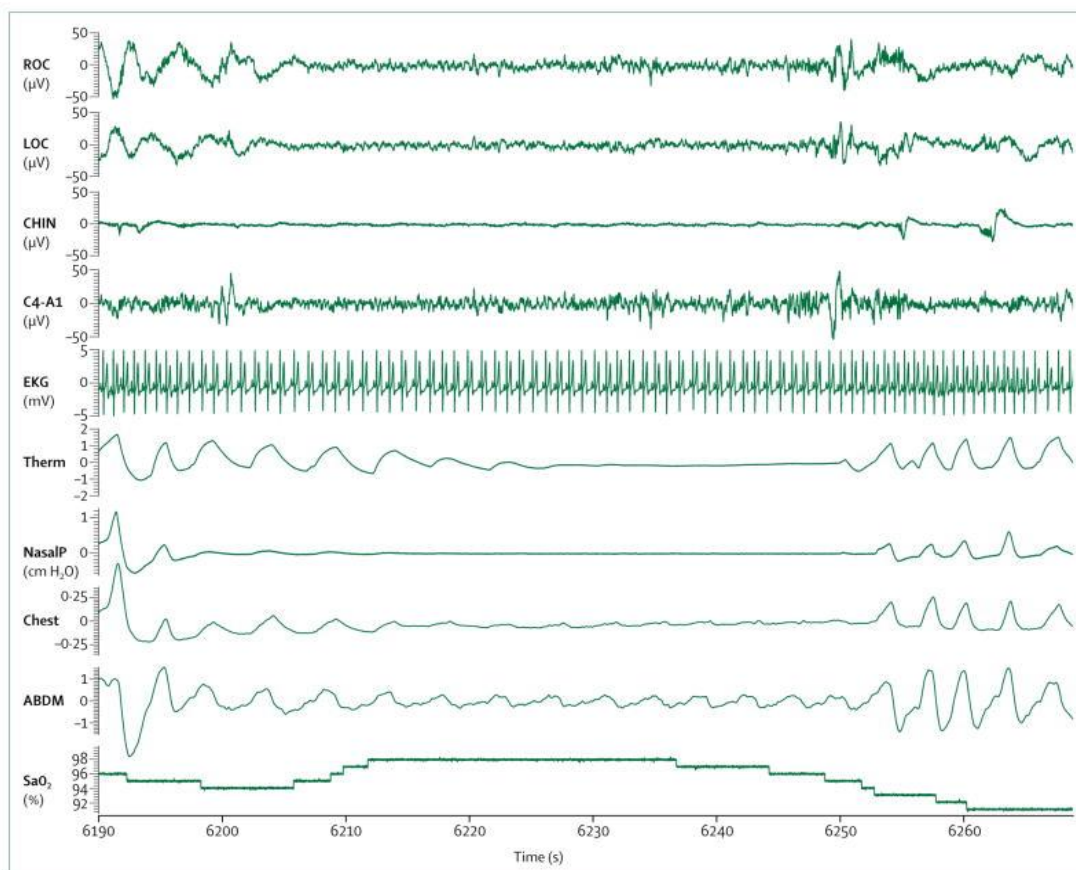


simptoma povezanih s 5 ili više opstruktivskih epizoda na sat u blagoj OSA-i ili 15 i više opstruktivskih epizoda u jednom satu u umjerenoj OSA-i, ili 30 i više epizoda u jednom satu u teškoj OSA-i u bolesnika koji nemaju simptome. Broj opstruktivskih respiracijskih epizoda mjeri se kvantitativno AHI-jem.

Dijagnoza OSA-e potvrđena je ako je broj opstruktivskih događaja (apneje, hipopneje te buđenja povezana s respiratornim događajima) na polisomnografiji (PSG) veći od 15 ili veći od 5 događaja na sat u bolesnika koji prijavljuje bilo što od sljedećeg: nenamjerne epizode spavanja tijekom budnosti; dnevna pospanost; loše spavanje; umor; nesanicu; buđenje; zadržavanje daha; dahtanje ili gušenje; ili partner u krevetu opisuje glasno hrkanje, prekide disanja ili oboje tijekom bolesnikova spavanja. Ozbiljnost OSA-e definirana je kao blaga za indeks respiratornih poremećaja, engl. *Respiratory Disturbance Index* (RDI)  $\geq 5$  i  $< 15$ , umjerena za RDI  $\geq 15$  i RDI  $\leq 30$ , te teška za RDI  $> 30$  na sat (4).

PSG je zlatni standard za dijagnozu OSA-e, a čine ju sedam ili više podataka koji uključuju elektrookulogram i elektroencefalogram za stadije spavanja, elektrokardiogram, elektromiogram i respiratorni podaci. Prisutnost specijalista medicine spavanja je posebno važna kad bolesnici imaju rizik od hipoventilacije ili centralne apneje koje su moguće u bolesnika s neuromuskularnom ili neurološkom bolešću, teškom plućnom bolešću ili kongestivnim zatajenjem srca te u pretilih i korisnika opijata (5).

Nekoliko je vrsta kućnog testiranja apneje tijekom spavanja. Razina III studije spavanja bilježi minimalno tri vrste podataka, a obično prate protok zraka, položaj tijela, hrkanje, oksimetriju te broj otkucaja srca. Ozbiljnost OSA-e se ovom metodom procjenjuje korištenjem AHI indeksa s obzirom da ovo mjerenje ne bilježi parametre relevantne za spavanje elektroencefalografijom i elektrookulografijom. Istraživanja razine III prikladne su za dijagnozu OSA-e u simptomatskih bolesnika s umjerenom do visokom vjerojatnošću OSA-e prije testiranja i bez značajnijih kardiopulmonalnih komorbiditeta te mogu biti korisne kada bolest ili nepokretnost onemogućuju odlazak na polisomnografiju te za potvrdu učinkovitosti liječenja (5).



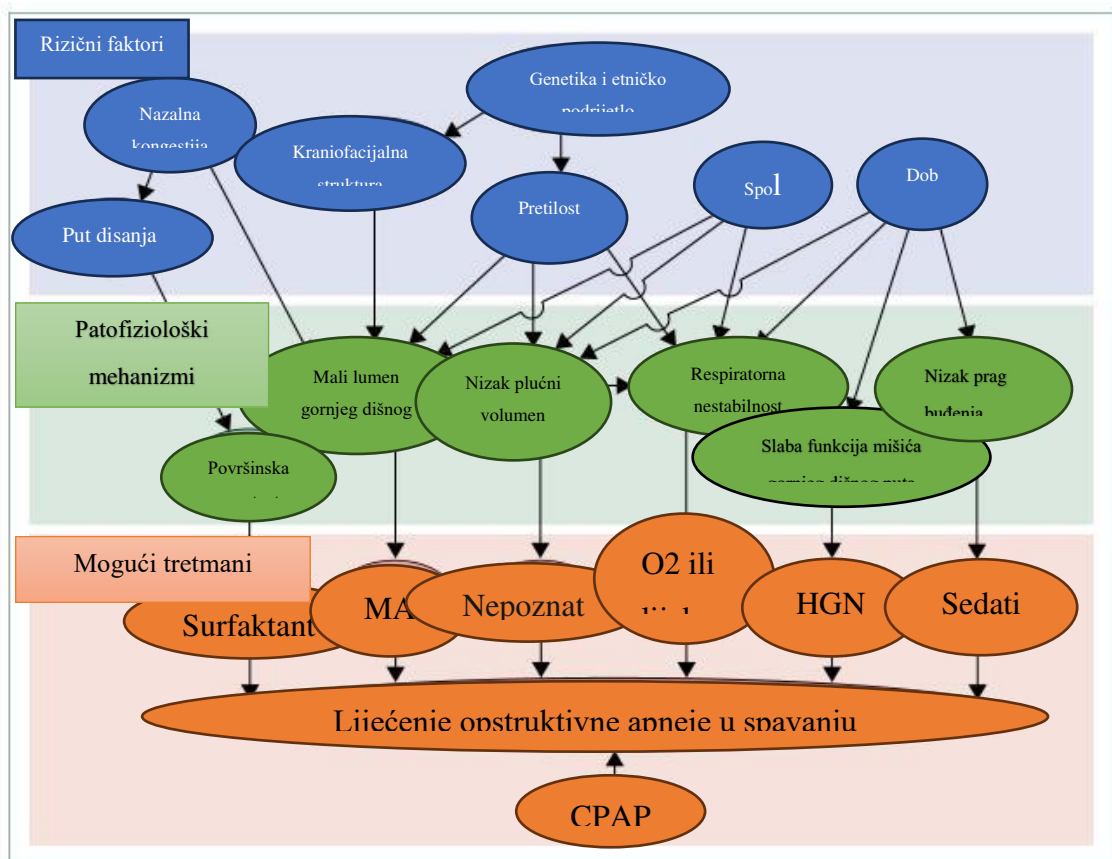
**Slika 3. Primjer polisomnografskog nalaza.** Preuzeto i prilagođeno prema Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *Lancet*. 2014;383:736–47 (1)

#### 1.4. Rizični faktori

Rizični faktori za OSA-u mogu biti promjenjivi i nepromjenjivi. Promjenjivi faktori su pretilost, endokrini poremećaji (policistični jajnici, hipotiroidizam), lijekovi koji uzrokuju sužavanje dišnog puta (benzodiazepini, opijati, alkohol), nazalna opstrukcija ili kongestija te pušenje. Nepromjenjivi faktori su dob, muški spol i rasa.

Muškarci imaju veći rizik za OSA-u nego žene, sve do razdoblja kad žene dostignu menopauzu u kojem se rizik izjednačava. Žene u postmenopauzi s hormonskom nadomjesnom terapijom imaju manju pojavnost OSA-e što sugerira da manjak hormona rezultira većim rizikom za OSA-u. Većina muškaraca ima OSA-u u ležećem položaju za razliku od žena koje imaju manje izraženu OSA-u u ležećem položaju. OSA je manje česta u žena u usporedbi s muškarcima sličnih vrijednosti indeksa tjelesne mase (ITM). Simptomi su različiti: apneja i hrkanje su većinom zajednički muškarcima dok su pretjerana dnevna pospanost i nesanica češći u žena što može pridonijeti zakašnjoj dijagnozi i većoj smrtnosti u žena u usporedbi s muškarcima.

Rizik OSA-e povećava se i s dobi. U istraživanju gdje su sudjelovali muškarci od 65 godina ili stariji, prevalencija umjerene OSA-e bila je 23% u muškaraca mlađih od 72 godine i 30% u muškaraca starijih od 80 godina. Prevalencija umjerene OSA-e je u muškaraca između trideset i četrdeset godina bila 10%. Povećani rizik s dobi može biti posljedica smanjenja sporovalnog spavanja što je inače zaštitni čimbenik za poremećaje disanja tijekom spavanja. Starije osobe uz to imaju slabije izražene simptome s manjom pospanosti tijekom dana i manje učestalim umorom. Korelacija je između pretilosti ( $ITM > 30 \text{ kg/m}^2$ ) i povećanog rizika za OSA-u veća što je veći opseg vrata i opseg struka. Povećanje tjelesne mase za 10% šesterostruko povećava učestalost umjerene do teške OSA-e i povećava AHI indeks u prosjeku za 32% dok se AHI indeks smanjuje za 26% pri smanjenju težine (2).



**Slika 3. Rizični faktori, patofiziološki mehanizmi i mogući tretmani OSA-e.** Preuzeto i prilagođeno prema Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. Lancet. 2014;383:736–47 (1)

### 1.5. Liječenje OSA-e

Liječenje OSA - e uključuje promjene životnog stila, medikamentnu terapiju, smanjenje tjelesne težine, kontinuirani pozitivni tlak zraka, engl. *continuous positive airway pressure*

(CPAP), upotrebu ortodontskih ili mandibularnih pomagala te kirurške postupke (neki od primjera su uvulopalatofaringoplastika, traheostomija, stimulacija hipoglosalnog živca). Izbjegavanje sedativa i alkohola je preporučeno u svih bolesnika s OSA-om. Izbjegavanje spavanja na leđima u nekih bolesnika može smanjiti učestalost apneje (6).

Prva linija liječenja za OSA-u kod nekirurških metoda liječenja je CPAP uz pomoć kojega se gornji dišni put otvara udlagom kako bi se poboljšala njegova prohodnost tijekom spavanja. Pravilna redovita uporaba CPAP-a poboljšava kvalitetu života kod umjerene do teške OSA-e. CPAP je poželjna opcija liječenja za umjerenu do tešku OSA-u sa stopom uspješnosti od otprilike 75%. Potrebne su i alternative liječenja za bolesnike koji ne mogu tolerirati ili odbijaju CPAP. Prijavljena stopa nepridržavanja liječenja (pridržavanje se podrazumijeva kada je CPAP u upotrebi 4 ili više sati tijekom noći) je od 46% do 83% (6).

Oralni aparat (OA) je poželjna terapija za OSA-u kada je CPAP neučinkovit, a prilagodljivost je dobra u 40% do 80% slučajeva. CPAP i OA slični su u kliničkim ishodima. Dva najčešća dizajna su uređaj za zadržavanje jezika i ortodontske ili mandibularne naprave. OA osigurava gornji dišni put tako što prilagođava položaj jezika i pridružene strukture gornjeg dišnog puta. Poželjna OA je prilagodljiva naprava koja se postavlja na zube i dizajnirana je za mandibulu. Rezultati liječenja OA obično su dobri u bolesnika koji imaju određene kraniofacijalne strukture kao što su uzak retroglosalni dišni put, retruzija mandibule te kratka prednja duljina lica. Dugotrajna uporaba OA povezana je s promjenama zuba, no dobrobiti korištenja nadmašuju nuspojave (6).

Kod kirurških metoda liječenja najčešća je uvulopalatofaringoplastika (UPPP) koja se sastoji od uklanjanja uvule, tonzila i stražnjeg veluma. Za ovu metodu idealni su bolesnici s Friedman stadijem 1 (velike tonzile i normalna palatalna pozicija) (6).

### **1.6.1. Psihomotorička brzina, vrijeme reakcije**

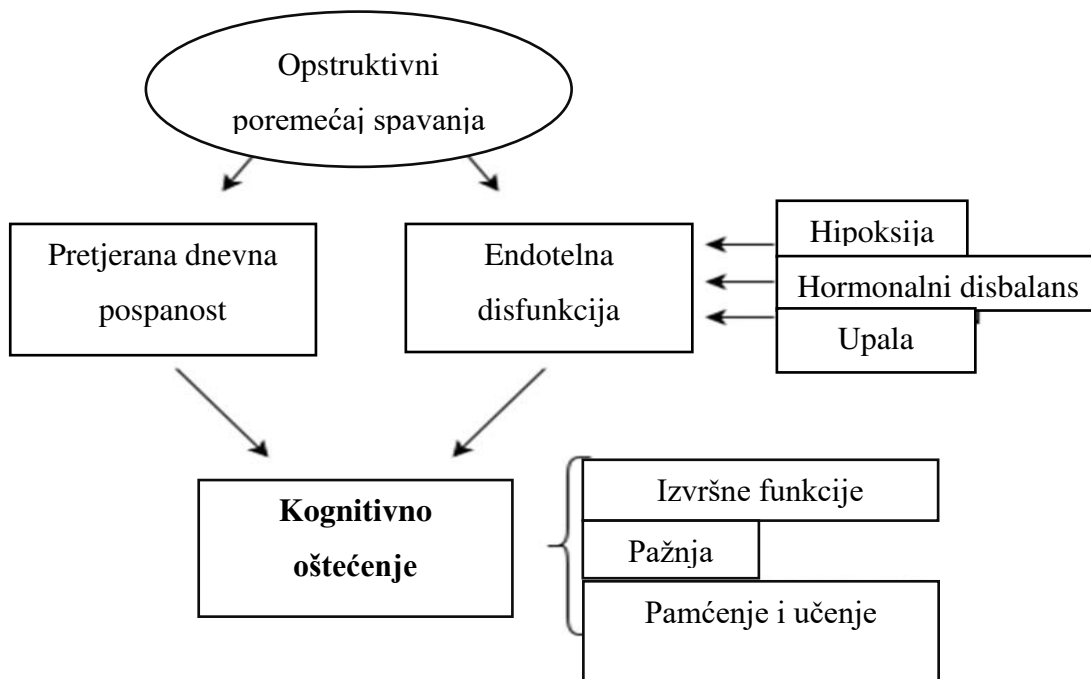
U bolesnika s OSA-om prisutna je oslabljena psihomotorička izvedba, koja je pod utjecajem vrste i stupnja oštećenja koji prate OSA-u. Complex Reactionmeter Drenovac (CRD) test pokazuje da su bolesnici s OSA-om sporiji prema kraju zadatka u usporedbi s kontrolom. Ovo usporenje izraženo je u brzini rješavanja jednostavnih zadataka zbrajanja i oduzimanja, brzini psihomotorne koordinacije udova i brzini percepcije položaja signala. Nalazi smanjene

stabilnosti izvedbe pred kraj testa, procijenjeni CRD testom, ukazuju na to da su bolesnici s OSA-om znatno sporiji prema kraju zadataka u usporedbi s kontrolnim sudionicima. Ovaj oblik usporenja bio je izražen u brzini percepcije, brzini rješavanja jednostavnih zadataka zbrajanja i oduzimanja te u brzini koordinacije udova. Ipak, nisu svi bolesnici s OSA-om osjetljivi na psihomotorička oštećenja. Različiti čimbenici u patofiziologiji OSA-e mogu pridonijeti oslabljenoj psihomotoričkoj izvedbi kao što su poremećena arhitektura spavanja, hipoksemija, psihološki parametri i smanjeni evocirani potencijali osjetnih i motoričkih živaca (7).

Hipoksemija je jedan od čimbenika koji pridonosi smanjenoj neuropsihološkoj izvedbi (8). AHI, kao mjera ozbiljnosti OSA-e i posljedične hipoksemije, povezan je samo s oštećenjem zadatka vizualne diskriminacije, respiratorni indeksi kao što su AHI i ODI također rastu s dobi naglašavajući dob kao mogući medijator neuropsiholoških oštećenja (9). Potencijalno zaštitni mehanizmi pokazuju pogoršanje s godinama pa je starija populacija stoga ranjivija na hipoksemiju. Češće buđenje i smanjeno sporovalno spavanje također su prisutni u starijoj dobi, dodatno označavajući dob kao čimbenik pogoršanja psihomotornih posljedica poremećaja disanja tijekom spavanja. Osim toga, starija populacija rjeđe prijavljuje pospanost tijekom dana, dok mlađe osobe s OSA-om češće prijavljuju pospanost. Postoji povezanost izraženije dnevne pospanosti s kraćim vremenom reakcije kod bolesnika s OSA-om, kada dob nije kontrolirana (7).

### **1.6.2. Izvršne funkcije**

U bolesnika s OSA-om najoštećenija kognitivne sposobnosti su izvršne funkcije. Potrebno ih je procijeniti standardiziranim neuropsihološkim testom koji uključuje procjene različitih područja izvršnih funkcija (6). Točna prevalencija kognitivnih deficita u odraslih s OSA-om još uvijek je nepoznata i razlikuje se ovisno o vrsti istraživanja. Nedavna meta-analiza otkrila je da su pažnja, izvršne funkcije i pamćenje najzahvaćenije kognitivne sposobnosti u OSA-i, kao što je prikazano na Slici 4.



**Slika 4. Kognitivni deficiti u OSA-i.** Preuzeto i prilagođeno prema Engleman H, Joffe D. Neuropsychological function in obstructive sleep apnoea. *Sleep Med Rev.* 1999;3:59–78.(7)

Izvršna funkcija kontrolira kognitivne procese uključujući rasuđivanje, rješavanje problema, radno pamćenje, izvođenje i planiranje. Nedostatci u izvršnim funkcijama u odraslih s OSA-om najviše su povezani s radnim pamćenjem, ali su povezani i uz planiranje, fonološku fluentnost i kognitivnu prilagodljivost. Istraživanja pokazuju da je radno pamćenje najčešće zahvaćeni dio izvršnih funkcija u odraslih, ali ipak nije jasno jesu li te promjene povezane s OSA simptomima ili komorbiditetima, poput pretilosti koja vodi neurološkim i kardiovaskularnim komplikacijama. U istraživanju Lušić i sur. proveden je test konvergentnog razmišljanja koji je uključivao zadatke aritmetičkih operacija koje zahtijevaju tri mentalne operacije (tj. pohranjivanje informacija, izvršnu kontrolu i organizaciju podataka) te je utvrđeno pogoršanje minimalnog vremena reakcije potrebnog za izvođenje istih za bolesnike s OSA-om, u usporedbi s kontrolama (7). Poremećaji pažnje česti su u odraslih s OSA-om, a nekoliko istraživanja pokazuje da je prisutno pogoršanje u selektivnoj, podijeljenoj i trajnoj pažnji. Gagnon i suradnici predložili su da bi ti deficiti mogli utjecati i pogoršati druge aspekte kognitivnih nedostataka u OSA-i, kao što su epizodna oštećenja pamćenja i izvršno funkcioniranje (10).

### **1.6.3. Učestalost prometnih nesreća u bolesnika s OSA-om - javnozdravstvena važnost**

Psihomotorička izvedba vrlo je važna zbog potencijalnog doprinosa povećanoj učestalosti nesreća motornih vozila kod bolesnika s OSA-om. Utvrđena je smanjena izvedba među bolesnicima s OSA-om u testu mjerenja brzine percepcije položaja svjetlosnog signala, što bi mogao biti važan faktor za vožnju. Brzina obrade i izvršno funkcioniranje također su važni u izvršavanju složenih ponašanja povezanih sa sigurnom vožnjom (7).

Često se navodi da bolesnici s OSA-om imaju povećan rizik za prometne nesreće i skoro nesretne događaje u motornom vozilu. Postoje podaci o umjereno povećanom riziku od prometnih nesreća od sedamnaest posto u bolesnika s OSA-om u SAD-u, te o 2,4 puta većem riziku za prometne nesreće u usporedbi s vozačima bez OSA-e. Bolesnici s visokim rizikom za OSA-u u vremenskom rasponu od dvije godine imali su prevalenciju usnivanja tijekom vožnje od trideset i sedam posto, od čega je deset posto rezultiralo prometnom nesrećom. U općoj populaciji, prevalencija usnivanja tijekom vožnje je znatno niža, sedamnaest posto, a sedam posto od tog broja završava prometnim nesrećama. Pretpostavlja se da je korelacija između OSA-e i prometnih nesreća multifaktorijalna, jer su opisani nepažnja i pretjerana pospanost (11).

### **1.7. Utjecaj poremećaja spavanja na psihomotoričke sposobnosti**

Psihomotorička funkcija označava odnos između tjelesne funkcije i kognitivnih sposobnosti, a najčešće se mjeri vremenom reakcije (12).

Budnost, stanje veće spremnosti za učinkovit rad, smatra se oštećenom u bolesnika s apnejom tijekom spavanja. Test psihomotorne budnosti (PVT) osjetljiv je na deprivaciju spavanja i smatra se objektivnom mjerom budnosti u različitim eksperimentalnim uvjetima te se naširoko koristi kao objektivni alat za prepoznavanje kognitivnog oštećenja u različitim situacijama kao što su drijemanje, pospanost i deprivacija spavanja (13). Bolesnici s OSA-om imaju produljeno vrijeme reakcije u testu rješavanja jednostavnih aritmetičkih operacija, testu percepcije vizualnog podražaja i psihomotorne koordinacije udova u usporedbi s kontrolnom skupinom. Uzimajući u obzir dob, pospanost ne pridonosi psihomotornom ishodu kod bolesnika s OSA-om. Smanjeno sporovalno spavanje i učestalo buđenje također su utvrđeni u starijoj životnoj dobi, što dodatno označava dob kao čimbenik pogoršanja psihomotornih sposobnosti kod poremećaja disanja tijekom spavanja (7). Pokazalo se da je pospanost, kao rezultat potpunog nedostatka ili kroničnog ograničenja spavanja povezana s oštećenom izvedbom PVT-a. Dinges i suradnici izvijestili su da je ograničenje spavanja na četiri do pet sati noću tijekom jednog tjedna rezultiralo značajno povišenom subjektivnom dnevnom

pospanošću (mjereno Stanfordovom ljestvicom pospanosti) i progresivnim pogoršanjem brzine reakcije na testu PVT tijekom dana kada je spavanje ograničeno. Nasuprot tome, Franzen i suradnici iznijeli su dokaze o tome da smanjenje u brzini reakcije PVT-a nije u korelaciji s objektivnom (mjereno testom višestruke latencije spavanja i spontanim oscilacijama u promjeru zjenice) ili subjektivnom (mjereno vizualnom analognom ljestvicom) pospanošću kod pacijenata nakon potpune deprivacije spavanja (14).

### **1.8. Povezanost antropometrije i psihomotoričkih sposobnosti**

Istraživanja su pokazala povezanost OSA-e s antropometrijskim mjerenjima, kao što su opseg vrata, opseg abdomena i ITM-a (15). Značajke koje treba procijeniti koje mogu ukazivati na prisutnost OSA-e uključuju povećani opseg vrata (>43,18 centimetara u muškaraca, >40,64 centimetara u žena) te  $ITM \geq 30 \text{ kg/m}^2$  (16).

Problemi s budnošću ili pažnjom, mjereni PVT-om, pridonose velikom broju informacija koje ukazuju na osobito rizične antropometrijske značajke u bolesnika s OSA-om. Rezultati PVT-a povezani su s brojnim antropometrijskim osobinama i nakon kontrole važnih čimbenika kao što su ozbiljnost apneje (AHI i ODI), demografske mjere (dob i ITM) i depresija. Pokazalo se da su smanjene performanse PVT-a povezane sa višim ITM-om, starijom dobi, ženskim spolom, višim AHI-jem i povećanom deprivacijom spavanja (kronična i djelomična restrikcija, potpuna deprivacija i fragmentacija spavanja) (16).



## **2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Glavni cilj ovog istraživanja je istražiti povezanost između opstruktivske apneje tijekom spavanja i psihomotoričkih sposobnosti procijenjenih reakciometrom.

Specifični ciljevi ovog istraživanja su istražiti povezanost prekomjerne dnevne pospanosti, kvalitete spavanja, arhitekture spavanja (raspodjele stadija spavanja), antropometrijskih obilježja, prisutnih komorbiditeta i psihomotoričkih sposobnosti bolesnika s dijagnozom OSA-e.

Hipoteza ovog istraživanja je da su psihomotoričke sposobnosti u bolesnika s opstruktivskom apnejom tijekom spavanja (OSA) povezane s pokazateljima ozbiljnosti OSA-e.

### **3. ISPITANICI I POSTUPCI**

### **3.1. Etička načela**

Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu brojem potvrde: klasa: 029-01/24-02/0001 i Ur. br.: 2181-198-03-04-24-0052. Prikupljanje podataka i zaštita privatnosti ispitanika se provodi prema Općoj uredbi o zaštiti podataka (GDPR, General Data Protection Regulation 2016/679) što podrazumijeva da će podaci biti kodirani i tretirani povjerljivo, da će identitet ispitanika ostati anoniman te neće biti prepoznatljiv u rezultatima ili publikacijama. Istraživanje je provedeno u skladu sa smjernicama čiji je cilj osigurati sigurnost sudionika u znanstvenom istraživanju i pravilno provođenje, uključujući Zakon o provedbi Opće uredbi o zaštiti podataka (NN 42/18), Helsinšku deklaraciju, Kodeks medicinske etike i deontologije (NN 55/08 i 139/15), Pravilnik o kliničkim ispitivanjima lijekova i dobroj kliničkoj praksi (NN 14/10, 127/10, 25/15 i 124/15), Zakon o zdravstvenoj zaštiti Republike Hrvatske (NN 100/18) i Zakon o pravima pacijenata Republike Hrvatske (NN 169/04 i 37/08).

### **3.2. Ispitanici**

U ovom istraživanju sudjelovali su samo ispitanici stariji od 18 godina, ukupno 102 muškarca i 16 žena. Svi podaci o ispitanicima prikupljeni su retrospektivno iz baze podataka Centra za medicinu spavanja i Zavoda za neuroznanost Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu.

### **3.3. Mjesto i vrijeme istraživanja**

Ovo istraživanje odvijalo se u Centru za medicinu spavanja Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu i KBC-a Split, u razdoblju od ožujka 2024. godine do lipnja 2024. godine tijekom kojeg su se retrospektivno prikupljali podatci iz dvaju istraživačkih baza, baze podataka prikupljenih polisomnografijom/poligrafijom u Centru za medicinu spavanja i baze podataka prikupljenih psihomotoričkim testiranjem CRD serije Zavoda za neuroznanost Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu.

### **3.4. Postupci**

Bolesnicima je obavljena dijagnostička pretraga cjelonoćne PSG/PG u Centru za medicinu spavanja koja je zlatni standard za dijagnostiku poremećaja disanja tijekom spavanja (uključuje EEG, EMG, EKG, pulsnu oksimetriju, mikrofona za snimanje hrkanja, termistor za mjerenje protoka zraka kroz nos u slučaju polisomnografije, pulsnu oksimetriju, mikrofona za snimanje hrkanja te termistor za mjerenje protoka zraka kroz nos u slučaju poligrafije). Za

snimanje PSG-a korišteni su uređaji Alice 5LE i Alice 6 (Philips Respironics, Eindhoven, Nizozemska), te PolyMesam (MAP, Martinsried, Njemačka), Embleta- GOLD (ON, Kanada), SOMNOcheck2 (Weinmann, Njemačka) te Alice1Night (Philips Respironics, Eindhoven, Nizozemska) za snimanje PG. Svim bolesnicima prije PSG/PG prema ustaljenim radnim protokolima Centra za medicinu spavanja prikupljeni su demografski, antropometrijski i anamnestički podaci o dosadašnjim bolestima te o propisanim i korištenim lijekovima. Također, neinvazivno se bolesnicima mjerio arterijski tlak.

Psihomotoričke sposobnosti procijenjene su CRD testovima kojima je mjereno vrijeme reakcije. CRD je pouzdana i objektivna mjera za psihološke karakteristike koja je dovoljno osjetljiva da otkrije manje promjene u psihomotornim izvedbama. Ovaj kronometrijski instrument može mjeriti pamćenje, percepciju i psihomotoričku reakciju kao dinamičke funkcije središnjeg živčanog sustava. U skladu s kronometrijskim pristupom, vrijeme koje je ispitanicima potrebno za obradu informacija daje podatke o psihomotoričkoj sposobnosti ispitanika prikazane kao vrijeme reakcije.

Testom CRD 311 mjerena je brzina percepcije vizualnog podražaja, testom CRD 411 brzina složene psihomotorne koordinacije udova i testom CRD 11 mjerena je brzina rješavanja jednostavnih aritmetičkih operacija zbrajanja i oduzimanja.

U testu CRD 311 ispitanik rješava 60 zadataka. Panel je imao devet malih svjetlosnih tipki u jednom redu gdje se jedno svjetlo pojavljivalo nasumičnim slijedom, a ispitanik je dobio uputu da što brže moguće pritisne kvadratić ispod svjetla, kažiprstom dominantne ruke kad se svjetlo pojavi. Nakon što je pritisnut točan kvadratić, na ploči se pojavilo nasumično novo svjetlo, a ispitanik je morao nastaviti pritiskom na kvadratić ispod novog svjetla. Zadatak je bio gotov kada se pojavilo svih 60 lampica.

U CRD 11 testu, panel je uključivao 12 svjetala u središnjem području, a jedno svjetlo se pojavljivalo u svakom zadatku pokazujući koje brojeve (vodoravno i okomito na svjetlo) treba dodati ili oduzeti. Najveći broj na ploči bio je 13. Aritmetička operacija definirana je ovisno o svjetlu sa simbolom plus (+) ili minus (–) koji se pojavljuje u polju lijevog/desnog kuta ploče. Sudionici su morali pritisnuti točan odgovor, pritiskom na zbroj ili oduzimanje brojeva prikazanih u donjem redu (od 6 do 17). Nakon što je primijenjen točan odgovor, na ploči se pojavio sljedeći zadatak. Sudionici su morali riješiti 35 zadataka kako bi završili test.

U CRD 411 testu, panel je uključivao četiri kruga u kojima su se tijekom testa mogla pojaviti četiri svjetla (dva u gornjem redu i dva u donjem redu). Dva svjetla u gornjem redu (jedno lijevo i jedno desno) označavala su da ispitanik treba pritisnuti gumb odgovarajućom rukom. Dva svjetla u donjem redu (jedno lijevo i jedno desno) označavala su da ispitanik treba

pritisnuti pedale na podu odgovarajućom nogom. Među 35 zadataka u testu postojala je mogućnost da se pojave jedna, dvije ili tri lampice. Dakle, ispitanik je morao pritisnuti jednu ruku ili jednu nogu, obje ruke ili obje noge, te sve moguće kombinacije ruku i nogu (kada se pojavljuju tri svjetla) ovisno o svjetlima na ploči. Ako se pojavilo više od jedne lampice, gumbi ili pedale morali su se pritisnuti istovremeno kako bi se nastavio zadatak. Sljedeći zadatak je pokrenut nakon točnog odgovora na prethodni.

Sudionici su bili upućeni na isti način o tome koliko je bitno točno i brzo rješavanje zadataka. Na svakom pojedinom testiranju svim je sudionicima dodijeljena ista varijanta svakog testa kako bi se izbjegao mogući utjecaj složenosti testa na konačne rezultate. Svi ispitanici su prošli probu svih korištenih testova, kako bi se sudionici upoznali s testovima. Dodatni uvjet za sve ispitanike bilo je buđenje  $\geq 1$  sat prije testiranja. Nekoliko parametara je zabilježeno i korišteno za statističku analizu za svaki test: minimalno (najbolje) vrijeme rješavanja pojedinačnog zadatka (MinT), srednje vrijeme rješavanja zadatka (MedT), ukupno vrijeme rješavanja testa (UKT). MinT, MedT i UKT korišteni su kao pokazatelji brzine u testovima koji su primjenjeni (7).

Prekomjerna dnevna pospanost ispitanika procijenjena je ljestvicom za procjenu prekomjerne dnevne pospanosti, engl. *Epworth Sleepiness Scale* (ESS). Epworthova ljestvica pospanosti koristi se kao subjektivna mjera pospanosti bolesnika. Od ispitanika se tražilo da ocijene, na ljestvici od 4 stupnja (0-3), uobičajene vjerojatnosti da zaspu dok su uključeni u osam različitih aktivnosti. Većina ljudi bavi se tim aktivnostima barem povremeno, iako ne nužno svaki dan. ESS rezultat (zbroj 8 rezultata za stavke, 0-3) može se kretati od 0 do 24. Što je viši ESS rezultat, veća je prosječna sklonost spavanju u svakodnevnom životu te osobe ili njihova dnevna pospanost. Rješavanje upitnika nije trajalo više od 2 do 3 minute. Zbroj bodova od 0 do 5 označavao je nižu normalnu dnevnu pospanost, zbroj bodova od 6 do 10 označavao je višu normalnu dnevnu pospanost, od 11 do 12 blagu prekomjernu dnevnu pospanost, 13 do 15 umjerenu prekomjernu dnevnu pospanost, te zbroj bodova od 16 do 24 tešku prekomjernu dnevnu pospanost (17).

Kvaliteta spavanja ispitanika procijenjena je upitnikom za procjenu kvalitete spavanja PSQI, engl. *Pittsburgh Sleep Quality Index*. Svaka od 19 stavki u upitniku pripada jednoj od sedam podkategorija, a to su subjektivna kvaliteta spavanja, trajanje spavanja, latencija spavanja, uobičajena učinkovitost spavanja, korištenje lijekova za spavanje, poremećaji spavanja i dnevna disfunkcija. Pet dodatnih pitanja ocijenjena od strane ispitanikova partnera uključena su u kliničke svrhe i nisu bodovana.

Upitnik je validiran u različitim kliničkim populacijama, uključujući bolesnike s poremećajem inicijacije spavanja i održavanja spavanja, bolesnike s velikim depresivnim poremećajem, poremećajima prekomjerne somnolencije, fibromialgijom i karcinomima. Ispunjavanje upitnika traje pet do deset minuta, a potrebni su papir i olovka. Od ispitanika se traži da navedu koliko često iskuse određene poteškoće sa spavanjem tijekom prošlog mjeseca i da ocijene svoju ukupnu kvalitetu spavanja. Granični broj bodova je 5 (18). Svaka od sedam komponenti je ocijenjena s 0 (bez poteškoća) do 3 (teške poteškoće). Rezultati komponenti se zbrajaju kako bi se dobio ukupan rezultat (raspon od 0 do 21), gdje viši rezultati ukazuju na lošiju kvalitetu spavanja (19).

### **3.5. Statistička analiza**

Statistička analiza podataka provedena je u MedCalcu za Windows, verzija 11.5.1.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgija). Srednje vrijednosti  $\pm$  standardne devijacije bile su deskriptori kontinuiranih podataka. Usporedbe psihomotornih performansi, kao i dnevne pospanosti procijenjene ESS-om, provedene su testom za neovisne uzorke. Specifične razlike među skupinama ovisno o težini OSA-e procijenjene su Mann Whitney U-testom za neovisne uzorke, a rezultati su prikazani medijanom (interkvartilni raspon). Korelacije između psihomotoričkih ishoda i ESS rezultata, ITM, dobi i AHI izračunate su pomoću Pearsonovih korelacijskih koeficijenata.  $R^2$  se izračunava kao koeficijent multiple regresije, gdje  $\beta$  vrijednosti pokazuju prediktivni doprinos svakog faktora u regresijskom modelu. Statističke vrijednosti s  $P < 0,05$  smatrane su značajnima.

## **4. REZULTATI**



U ovom istraživanju sudjelovalo je 118 ispitanika, od toga 102 muškarca (86,4%) i 16 (13,6%) žena. Prosječna dob ispitanika bila je  $58,3 \pm 11,5$  godina. U Tablici 1 prikazana su demografska i antropometrijska obilježja ispitanika. Prosječna visina iznosila je  $180,7 \pm 11,8$  cm, a tjelesna masa  $103,6 \pm 17,5$  kg. Srednja vrijednost ITM svih ispitanika iznosila je  $32,1 \pm 7,9$  kg/m<sup>2</sup>. Od ukupnog broja ispitanika, 2 ispitanika imala su blagu OSA-u (1,7 %), 12 umjerenu OSA-u (10,2%), a tešku OSA-u imalo je 104 ispitanika (88,1%).

**Tablica 1.** Osnovni demografski i antropometrijski podaci uzorka korištenog u istraživanju

		<b>M+SD</b>
<b>Spol</b>	M	102 (86,4 %)
	Ž	16 (13,6 %)
<b>Dob (godine)</b>		$58,3 \pm 11,5$
<b>Visina (cm)</b>		$180,7 \pm 11,8$
<b>Tjelesna masa (kg)</b>		$103,6 \pm 17,5$
<b>Opseg bokova (cm)</b>		$112,4 \pm 17,6$
<b>Opseg vrata (cm)</b>		$44,4 \pm 7,9$
<b>Opseg struka (cm)</b>		$113,4 \pm 13,3$
<b>ITM (kg/m<sup>2</sup>)</b>		$32,1 \pm 7,9$
<b>Stadij OSA-e</b>	Blaga OSA	2 (1,7%)
	Umjerena OSA	12 (10,2%)
	Teška OSA	104 (88,1%)
<b>AHI (br/sat)</b>		$49,7 \pm 16,7$

Kontinuirane vrijednosti su prikazane kao srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija, a kategorijske vrijednosti za spol i stadij OSA-e su prikazane kao N(%).

ITM-indeks tjelesne mase, OSA-opstruktivna apneja tijekom spavanja, AHI-apneja-hipopneja indeks

U Tablici 2 uočena je značajna povezanost dnevne pospanosti procijenjene temeljem ESS upitnika s vremenom potrebnog za složenu psihomotoričku reakciju (CRD 411),  $r = -0,21$  za UKT te  $r = -0,19$  za MinT. Uz to, prisutna je i značajna povezanost s vremenom rješavanja problema (CRD 11) za UKT ( $r = -0,19$ ), MinT ( $r = -0,19$ ) te MedT ( $r = -0,19$ ). No, subjektivnom procjenom kvalitete spavanja u ispitanika prema PSQI upitniku nije uočena povezanost s vremenom reakcije na CRD testovima.

**Tablica 2.** Povezanost subjektivne kvalitete spavanja procijenjene PSQI upitnikom te prekomjerne dnevne pospanosti procijenjene ESS upitnikom, s vremenom potrebnim za rješavanje psihomotoričkih testova CRD serije

		Vrijeme potrebno za razlikovanje položaja signala (CRD 311) (N=118)			Vrijeme potrebno za složenu psihomotoričku reakciju (CRD 411) (N=118)			Vrijeme potrebno za rješavanje problema (CRD 11) (N=118)		
		UKT	MinT	Med T	UKT	MinT	Med T	UKT	MinT	MedT
<b>ESS upitnik</b>	r	-0,08	-0,05	-0,08	-0,21	-0,19	-0,22	-0,19	-0,19	-0,19
	$P_{*}$	0,400	0,585	0,383	0,021	0,048	0,020	0,047	0,040	0,045
<b>PSQI upitnik</b>	r	0,19	0,13	-0,03	-0,02	-0,03	-0,13	-0,10	-0,09	0,19
	$P_{*}$	0,056	0,196	0,787	0,821	0,773	0,186	0,301	0,361	0,056

\*Spearmanov koeficijent korelacije.

ESS-Epworthova ljestvica pospanosti, engl. *Epworth Sleepiness Scale*, PSQI-upitnik za procjenu kvalitete spavanja, engl. *Pittsburgh Sleep Quality Index*

Gledajući prosječne vrijednosti u Tablici 3, uočavaju se brža vremena reakcije u malim skupinama ispitanika s umjerenom i teškom kategorijom PDS vrijednosti. No, na svim korištenim psihomotoričkim testovima CRD serije nije utvrđena statistički značajna razlika u vremenu rješavanja testova između ispitanika u različitim kategorijama procjene prekomjerne dnevne pospanosti prema ESS ljestvici

**Tablica 3.** Prosječno vrijeme reakcije na psihomotoričkim testovima CRD serije za ispitanike u različitim kategorijama prekomjerne dnevne pospanosti (PDS) procijenjene ESS upitnikom

	ESS upitnik				P*
	Nema PDS ESS<10 (N=84)	Blaga PDS 11<ESS<12 (N=9)	Umjerena PDS 13<ESS<15 (N=14)	Teška PDS 16<ESS<24 (N=8)	
<b>Vrijeme potrebno za razlikovanje položaja signala (CRD 311) – UKT (s)</b>	38,1 (32,8-41,4)	41,3 (33,9-45,2)	36,9 (33,7-41,9)	34,4 (30,8-39,5)	0,509
<b>Vrijeme potrebno za složene psihomotoričke reakcije (CRD 411) – UKT (s)</b>	48,9 (37,4-72,2)	55,6 (49,5-62)	43,5 (37,8-66,5)	42,1 (35,8-52,6)	0,603
<b>Vrijeme potrebno za rješavanje problema (CRD 11) – UKT (s)</b>	160,5 (132,2-185,8)	173,8 (155-207,9)	136,0 (119,6-160,6)	159,6 (113,4-205,6)	0,141

\*Razlike između skupina procijenjene Kruskal Wallis testom za nezavisne uzorke. Sve vrijednosti prikazane su kao medijan (Q1-Q3).

PDS-pretjerana dnevna pospanost

Vrijeme potrebno za razlikovanje položaja signala (CRD 311) nije se značajno razlikovalo između ispitanika s rezultatom na PSQI ljestvici većim od 9,5 u odnosu na ispitanike čiji je PSQI bio manji od 9,5 ( $P=0,304$ , Tablica 4). Također, ispitanici s PSQI vrijednosti većom od 9,5 nisu se značajno razlikovali od ispitanika s PSQI vrijednosti manjom od 9,5 na testovima složene psihomotoričke reakcije ( $P=0,343$ , Tablica 4) i vremenom potrebnog za rješavanja problema ( $P=0,323$ , Tablica 4).

**Tablica 4.** Prosječno vrijeme reakcije na psihomotoričkim testovima CRD serije za ispitanike u različitim kategorijama kvalitete spavanja procijenjene PSQI upitnikom

<b>Kvaliteta spavanja</b>			
	<b>PSQI&lt;9,5 (N=20)</b>	<b>PSQI&gt;9,5 (N=87)</b>	<b>P</b>
<b>Vrijeme potrebno za razlikovanje položaja signala (CRD 311) – UKT (s)</b>	37,1 (33-39,3)	37,9 (32,8 - 41,3)	0,304
<b>Vrijeme potrebno za složenu psihomotoričku reakciju (CRD 411) – UKT (s)</b>	50,6 (42,1-58,5)	45,9 (36,7 -62,5)	0,344
<b>Vrijeme potrebno za rješavanje problema (CRD 11) – UKT (s)</b>	172 (131,7-201,7)	157,3 (131,1 -181)	0,323

\*Za utvrđivanje razlika između skupina korišten je Mann-Whitney U test PSQI-upitnik za procjenu kvalitete spavanja, engl. *Pittsburgh Sleep Quality Index*

Ukupna učinkovitost spavanja povezana je s kraćim vremenom reakcije na testovima rješavanja problema (CRD 11;  $r = -0,29$ ). S kraćim vremenom reakcije na istom testu povezano je i duže trajanje REM-a (CRD 11;  $r = -0,32$  za UKT,  $r = -0,38$  za MinT) te duže trajanje SWS spavanja ( $r = -0,36$  za UKT,  $r = -0,24$  za MinT,  $r = -0,33$  za MedT). Međutim, duže vrijeme provedeno u budnosti nakon usnivanja (WASO) povezano je sa sporijim vremenom reakcije na testu rješavanja problema ( $r = 0,26$  za UKT,  $r = 0,27$  za MinT te  $r = 0,29$  za MedT). Postoji značajna povezanost između postotka trajanja stadija N2 i vremena reakcije na testu CRD 11 ( $r = 0,28$  za UKT,  $r = 0,26$  za MinT,  $r = 0,24$  za MedT), kao i trajanja stadija N2 i vremena potrebnog za složenu psihomotoričku reakciju (CRD 411;  $r = 0,33$ ), što ukazuje na lošiju izvedbu ispitanika s većim udjelom N2 stadija. Negativna korelacija između postotka trajanja stadija N3 i CRD11 ( $r = -0,35$  za UKT,  $r = -0,22$  za MinT,  $r = -0,31$  za MedT) te CRD 411 ( $r = -0,36$  za UKT) ukazuje na kraće vrijeme reakcije ispitanika s većim udjelom N3 stadija. Veći udio REM stadija u ukupnom vremenu spavanja povezan je s bržim vremenom reakcije na testu CRD 11 ( $r = -0,33$  za UKT,  $r = -0,35$  za MinT,  $r = -0,29$  za MedT) i CRD411 ( $r = -0,36$  za UKT). Nije pronađena značajna povezanost latencije spavanja, latencije REM spavanja, ukupnog vremena spavanja, vremena provedenog u budnosti prije spavanja i ukupnog udjela N1 stadija s vremenom reakcije na psihomotoričkim testovima CRD serije (Tablica 5)

**Tablica 5.** Povezanost objektivnih pokazatelja kvalitete spavanja utvrđenih polisomnografijom s vremenom reakcije na psihomotoričkim testovima CRD serije

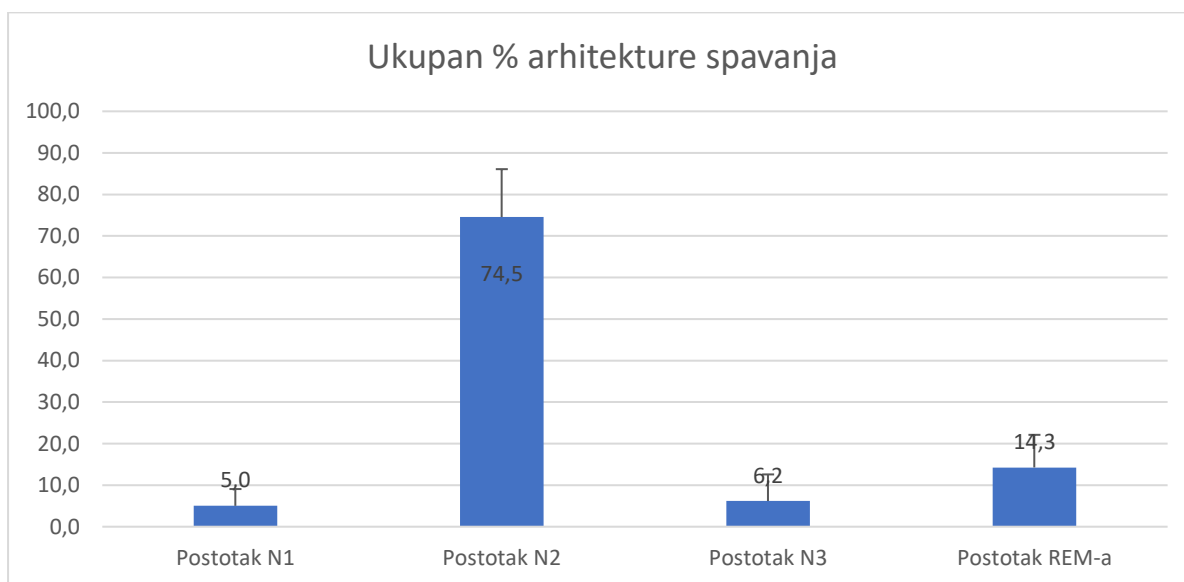
	Vrijeme potrebno za razlikovanje položaja signala (CRD 311)			Vrijeme potrebno za složenu psihomotoričku reakciju (CRD 411)			Vrijeme potrebno za rješavanje problema (CRD 11)		
	UKT	MinT	MedT	UKT	MinT	MedT	UKT	MinT	MedT
<b>Latencija spavanja, (N=53)</b>	0,04	0,02	0,02	0,26	0,01	-0,03	0,07	0,11	0,14
<i>P</i>	0,0774	0,870	0,905	0,063	0,932	0,833	0,610	0,436	0,311
<b>Latencija REM spavanja, (N=50)</b>	0,22	0,16	0,23	0,22	0,10	0,25	0,17	0,26	0,24
<i>P</i>	0,127	0,257	0,109	0,127	0,504	0,083	0,225	0,072	0,088
<b>Ukupno vrijeme spavanja, (N=61)</b>	-0,06	0	-0,06	-0,17	-0,11	-0,04	-0,16	-0,15	-0,22
<i>P</i>	0,648	0,975	0,667	0,198	0,409	0,784	0,207	0,235	0,093
<b>Učinkovitost spavanja (%), (N=47)</b>	0,06	-0,06	0,04	-0,07	0,09	0,12	-0,29	-0,12	-0,26
<i>P</i>	0,711	0,665	0,791	0,652	0,548	0,434	0,048	0,429	0,076
<b>Trajanje REM, (N=49)</b>	-0,23	-0,22	-0,25	-0,36	-0,15	-0,13	-0,32	-0,38	-0,28
<i>P</i>	0,113	0,135	0,078	0,011	0,308	0,378	0,027	0,008	0,050
<b>Trajanje NREM, (N=49)</b>	-0,08	-0,01	-0,04	-0,19	-0,11	-0,04	-0,23	-0,25	-0,31
<i>P</i>	0,569	0,939	0,787	0,181	0,440	0,780	0,104	0,083	0,030
<b>Trajanje SWS, (N=47)</b>	-0,13	-0,26	-0,12	-0,34	-0,17	-0,12	-0,36	-0,24	-0,33
<i>P</i>	0,366	0,082	0,428	0,020	0,249	0,415	0,013	0,098	0,024
<b>Buđenje prije spavanja, (N=47)</b>	0,05	0,08	0,06	0,31	0,12	0,03	0,14	0,19	0,22
<i>P</i>	0,736	0,605	0,686	0,034	0,430	0,830	0,347	0,192	0,144
<b>WASO, (N=49)</b>	0,11	0,08	0,13	0,21	0,09	0,08	0,26	0,27	0,29
<i>P</i>	0,444	0,580	0,376	0,143	0,520	0,594	0,076	0,057	0,040
<b>Postotak N1, (N=47)</b>	0,15	0,13	0,12	0,14	0,07	0,02	0,23	0,21	0,19
<i>P</i>	0,323	0,378	0,409	0,350	0,645	0,881	0,121	0,162	0,206
<b>Postotak N2, (N=47)</b>	0,15	0,19	0,16	0,33	0,04	0,09	0,28	0,26	0,24
<i>P</i>	0,316	0,200	0,279	0,025	0,800	0,547	0,059	0,080	0,100
<b>Postotak N3, (N=47)</b>	-0,13	-0,24	-0,11	-0,32	-0,18	-0,13	-0,35	-0,22	-0,31
<i>P</i>	0,393	0,098	0,460	0,029	0,235	0,402	0,0017	0,139	0,033
<b>Postotak REM, (N=47)</b>	-0,25	-0,23	-0,28	-0,36	-0,16	-0,21	-0,33	-0,35	-0,29
<i>P</i>	0,093	0,126	0,055	0,012	0,270	0,155	0,023	0,015	0,050

\**P* vrijednost za Spaermanov koeficijent korelacije < 0,05

REM-stadij brzog kretanja očiju, engl. *Rapid Eye Movement*, WASO-buđenje nakon spavanja, engl. *wakefulness after sleep onset*, SWS – sporovalno spavanje, engl. *Slow-wave sleep*

Na Slici 1 vidljivo je da su ispitanici s dijagnozom OSA-e u prosjeku najveći dio ukupnog vremena spavanja proveli u stadiju spavanja N2 (74,5%), a vrlo mali udio provodili su u stadiju sporovalnog spavanja N3 (6,2%).

**Slika 1.** Arhitektura spavanja svih ispitanika u istraživanju koji su procijenjeni polisomnografijom (N=53)



Regresijskim modelom u Tablici 7 ispitan je doprinos vremena provedenog u stadijima spavanja N2, N3 i REM, u predviđanju ukupnog vremena koje je ispitanicima bilo potrebno da riješe zadatke na testovima složene psihomotoričke reakcije. Iz Tablice 7 vidljivo je da je čak 24,8% varijabiliteta u vremenu potrebnom za rješavanje CRD testa 411 moguće objasniti raspodjelom stadija spavanja uključenih u model. Pritom se najvažnijim čimbenikom pokazao postotak vremena provedenog u REM stadiju ( $\beta = -0,801$ ;  $P = 0,007$ ), koji je ukazao na to da manji udio vremena provedenog u REM spavanju povezan sa dužim vremenom reakcije.

**Tablica 7.** Regresijski model udjela vremena provedenog u stadijima N2, N3 i REM, u predviđanju vremena reakcije na testu CRD 411 (vrijeme potrebno za rješavanje složene psihomotoričke reakcije)

	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>P*</b>	<b>B</b>	<b>P*</b>
<b>Ukupni model</b>	24,8%	0,006		
<b>Udio N2 stadija spavanja</b>			-0,733	0,058
<b>Udio N3 stadija spavanja</b>			-0,606	0,017
<b>Udio REM stadija spavanja</b>			-0,801	0,007

Regresijskim modelom ispitan je i doprinos vremena provedenog u stadijima spavanja N2, N3 i REM, u predviđanju ukupnog vremena koje je ispitanicima bilo potrebno da riješe zadatke na testovima rješavanja problema. Iz Tablice 8 vidljivo je da je 17,5% varijabiliteta u vremenu potrebnom za rješavanje CRD testa 11 moguće objasniti raspodjelom stadija spavanja uključenih u model. Pritom se najvažnijim čimbenikom pokazao postotak vremena provedenog u N2 stadiju ( $\beta = -0,845$ ;  $P = 0,038$ ), koji je također ukazao na povezanost manjeg udjela N2 stadija sa dužim vremenom reakcije u ispitanjoj populaciji.

**Tablica 8.** Regresijski model udjela vremena provedenog u stadijima N2, N3 i REM, u predviđanju vremena reakcije na testu CRD 11 (vrijeme potrebno za rješavanje problema)

	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>P*</b>	<b>B</b>	<b>P*</b>
<b>Ukupni model</b>	17,5%	0,039		
<b>Udio N2 stadija spavanja</b>			-0,845	0,038
<b>Udio N3 stadija spavanja</b>			-0,578	0,028
<b>Udio REM stadija spavanja</b>			-0,792	0,010

Značajna je pozitivna korelacija dobi i vremena reakcije na testovima CRD serije,  $r = 0,52$  za UKT311,  $r = 0,48$  za UKT 411 i  $r = 0,55$  za UKT11, što ukazuje na to da se s dobi povećava vrijeme reakcije na psihomotoričkim testovima (Tablica 9). Nasuprot tome, prisutna je negativna korelacija opsega bokova i vremena reakcije, pri čemu je značajna negativna korelacija  $r = -0,30$  za UKT11 što ukazuje na duže vrijeme reakcije za bolesnike s manjim

opsegom bokova. Također, značajna je pozitivna korelacija između opsega vrata i UKT11 ( $r = 0,42$ ) koja ukazuje na to da bolesnici s većim opsegom vrata imaju duže vrijeme reakcije.



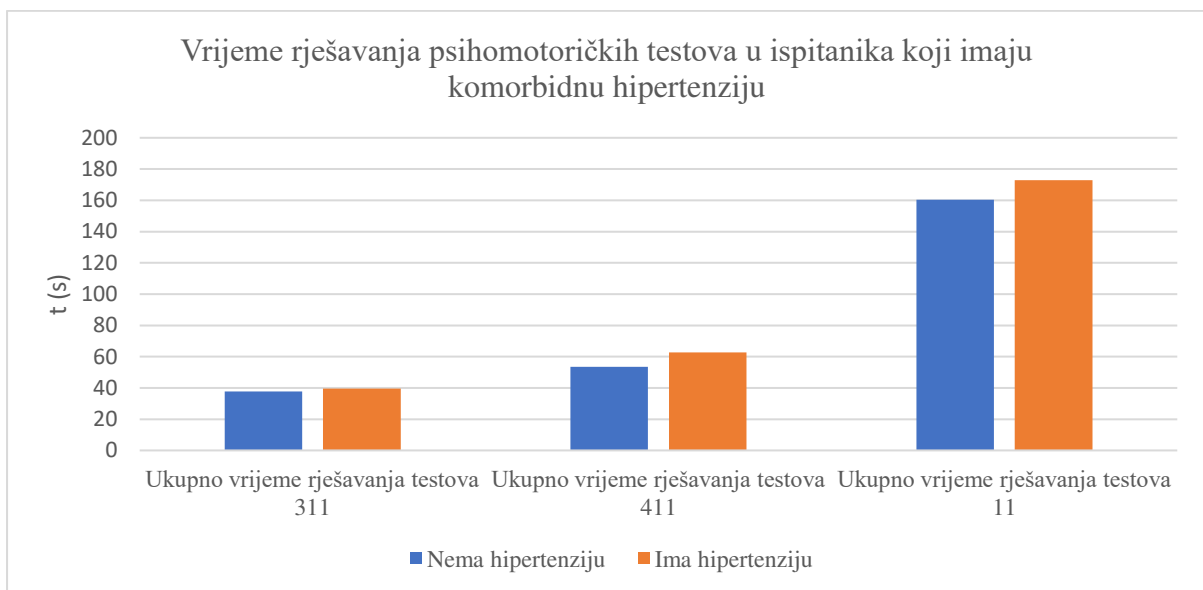
**Tablica 9.** Povezanost antropometrijskih pokazatelja s vremenom reakcije na testovima CRD serije

		<b>UKT 311</b>	<b>UKT 411</b>	<b>UKT 11</b>
<b>ITM (kg/m<sup>2</sup>)</b> <b>(N=113)</b>	R <i>P</i>	0,08 0,427	0,03 0,792	-0,02 0,864
<b>Dob (godine)</b> <b>(N=118)</b>	R <i>P</i>	0,52 <0,001	0,48 <0,001	0,55 <0,001
<b>Visina (cm)</b> <b>(N=113)</b>	R <i>P</i>	-0,22 0,021	-0,16 0,093	-0,12 0,220
<b>Tjelesna masa (kg)</b> <b>N=(114)</b>	R <i>P</i>	-0,10 0,289	-0,07 0,464	-0,10 0,312
<b>Opseg bokova (cm)</b> <b>N = (58)</b>	R <i>P</i>	-0,22 0,095	0,07 0,591	-0,30 0,022
<b>Opseg vrata (cm)</b> <b>N = (104)</b>	R <i>P</i>	0,16 0,113	0,06 0,573	0,42 <0,001
<b>Opseg struka (cm)</b> <b>N = (57)</b>	R <i>P</i>	0,10 0,453	0,15 0,259	0,12 0,367

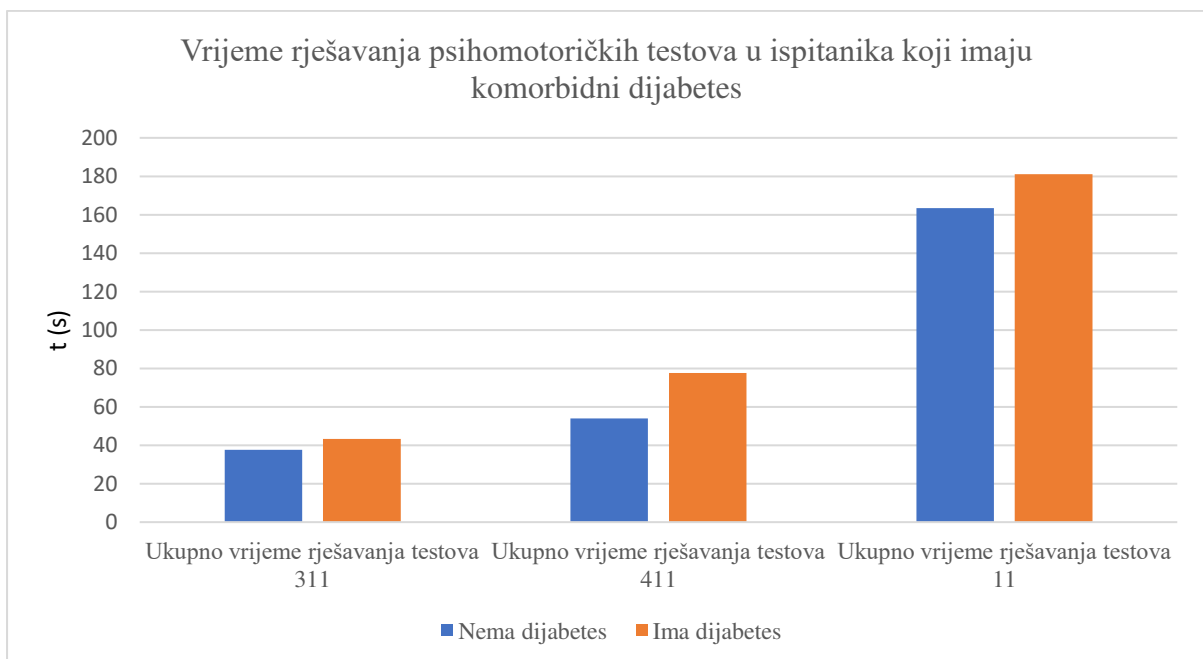
\**P* vrijednost za Spaermanov koeficijent korelacije <0,05  
ITM-indeks tjelesne mase

Na Slici 2 i Slici 3 uočava se duže vrijeme rješavanja psihomotoričkih testova CRD serije za bolesnike s dijagnozom dijabetesa i hipertenzije. No, statistički značajna razlika između ispitanika s i bez komorbidnih dijagnoza, uočena je samo za ispitanike s dijagnozom dijabetesa u odnosu na ostale ispitanike u CRD testovima 311 i 411 ( $P = 0,001$  za UKT311,  $P = 0,007$  za UKT411).

**Slika 2.** Prosječno vrijeme rješavanja testova CRD serije ispitanika s komorbidnom dijagnozom hipertenzije i OSA-e



**Slika 3.** Prosječno vrijeme rješavanja testova CRD serije ispitanika s komorbidnom dijagnozom dijabetes i OSA



## **5. RASPRAVA**

Ukupna učinkovitost spavanja, duže trajanje REM-a i duže trajanje SWS spavanja bilo je povezano s bržim vremenom reakcije na testovima rješavanja problema. Duže vrijeme provedeno u budnosti nakon usnivanja (WASO) bilo je povezano sa lošijom izvedbom bolesnika na testu rješavanja problema. Lošija izvedba ispitanika na testovima rješavanja problema i složene psihomotoričke reakcije bila je povezana s većim udjelom N2 stadija, dok je brža izvedba bila povezana s većim udjelom N3 stadija i REM stadija u ukupnom vremenu spavanja. Latencija spavanja i REM spavanja, ukupno vrijeme spavanja i udio N1 stadija nije bio povezan s vremenom potrebnim za rješavanje psihomotoričkih testova CRD serije u ovom uzorku OSA bolesnika. Ispitani bolesnici s dijagnozom OSA-e najveći dio ukupnog vremena spavanja proveli su u stadiju spavanja N2 (74,5%), a vrlo mali udio provodili su u stadiju sporovalnog spavanja N3 (6,2%). Regresijskom analizom utvrđeno je da je najbolji prediktor vremena reakcije na testovima složene psihomotoričke reakcije udio vremena provedenog u REM spavanju, a na testovima brzine rješavanja problema udio stadija N2. S druge strane, subjektivna procjena kvalitete spavanja u ispitanika s OSA-om nije bila značajno povezana s brzinom reakcije na CRD testovima, ali je prekomjerna dnevna pospanost procjenjena ESS upitnikom bila povezana s brzinom složene psihomotoričke reakcije i brzinom rješavanja problema. Ovim istraživanjem je utvrđeno da s dobi opada brzina reakcije na psihomotoričkim testovima. Brže vrijeme reakcije na testu rješavanja problema povezano je s manjim opsegom bokova i manjim opsegom vrata u bolesnika s OSA-om.

I ranija istraživanja ukazala su na to da su simptomi poput dnevne pospanosti, pretjeranog umora i nepažnje povezani sa smanjenjem N3 stadija spavanja u bolesnika s dijagnozom OSA-e (20). Stadij N3 je važan jer tada bazalni metabolizam u spavanju pada na najnižu razinu, energetska anabolizam se pojačava, što ima utjecaj na ukupni imunitet organizma. Što je oblik OSA-e teži, to je manje spavanja u stadiju N3 (20), što je u skladu s nalazima ovog istraživanja. Postoje dva moguća razloga zašto se OSA poboljšava tijekom spavanja u N3 stadiju. Prvo objašnjenje je što su gornji dišni putovi bolesnika u stadiju N3 stabilniji, a povećana aktivnost kemoreceptora dovodi do stabilnije ventilacije, što posljedično smanjuje incidenciju apneje i hipopneje u stadiju N3. Međutim, zbog kontinuiranog pojavljivanja abnormalnih respiratornih događaja u stadiju N1 ili N2, bolesnikovo buđenje sprječava da uđe u stadij N3. Drugo objašnjenje navodi da su različiti pragovi buđenja za različite stadije spavanja (20). Younesovo istraživanje je pokazalo da je sam odgovor na buđenje čimbenik koji izaziva ponovni kolaps dišnih putova. Indeks buđenja usko je povezan s nonREM stadijima spavanja, jer kada apneja i hipopneja dosegnu određeni prag, uzrokovat će buđenje uzrokovano apnejom ili hipopnejom u stadiju N3, a tu je prag buđenja znatno viši

nego u plitkom stadiju spavanja. Bolesnici s OSA-om imaju smanjeno spavanje u stadiju N3, a incidencija abnormalnih događaja povezanih s disanjem u stadiju N3 je niža, što sugerira da se OSA može poboljšati povećanjem udjela spavanja u stadiju N3 (20). S druge strane, patofiziologija REM stadija uključuje smanjenje motoričkog učinka hipoglosalnog živca, a time i smanjenje tonusa mišića genioglossusa tijekom REM stadija spavanja što dovodi do povećanog urušavanja gornjih dišnih putova kod pacijenata s OSA-om, što je povezano s češćim i produljenim pojavama hipopneje i apneje te teškim desaturacijama (21). Naši rezultati pokazuju da svi ispitanici u istraživanju koji su procijenjeni polisomnografijom imaju narušenu arhitekturu spavanja na način da imaju povećan udio stadija N2, smanjen udio REM stadija i stadija N3, te smanjenu učinkovitost spavanja.

Ranija istraživanja ukazuju na to da bolesnici s OSA-om imaju produljeno vrijeme reakcije u percepciji na vizualni podražaj, rješavanju jednostavnih aritmetičkih operacija i psihomotoričkoj koordinaciji udova u usporedbi s kontrolom (7). Istraživanje vremena reakcije i psihomotoričkih sposobnosti u bolesnika s OSA-om je vrlo značajna zbog mogućeg doprinosa većoj učestalosti prometnih nesreća. Lošija izvedba među bolesnicima s OSA-om postoji u testu mjerenja brzine percepcije položaja svjetlosnog signala, što bi mogao biti važan čimbenik za sposobnost vožnje. Izvršno funkcioniranje i brzina obrade također su naznačeni kao važni za složena ponašanja povezana uz sigurnu vožnju. Utvrđeno je pogoršanje i u minimalnom vremenu reakcije potrebnom za izvođenje aritmetičkih operacija, što potvrđuje nedostatke u izvršnim funkcijama OSA bolesnika (7). U našem istraživanju se najvažnijim čimbenikom u psihomotoričkoj brzini pokazao postotak vremena provedenog u REM stadiju, što je potrebno uzeti u obzir kad promatramo arhitekturu spavanja kao mogući marker lošijih psihomotoričkih sposobnosti i veće vjerojatnosti prometnih nesreća. Sve je više znanstvenih dokaza da spavanje može omogućiti ne samo konsolidaciju pamećnja, već i složenije kognitivne funkcije kao što su učenje pravila, odvajanje obrazaca, prepoznavanje značenja, pa čak i divergentne inteligencije (22). REM spavanje uključeno je u procesiranje perceptivnih i proceduralnih događaja i u procesiranje emocionalnog pamćenja. Poremećaji spavanja mogu ne samo akutno narušiti kognitivnu funkciju, već i dugoročno povećati rizik od kognitivne disfunkcije kroz neurodegenerativne procese (22). Istraživanje koje istražuje stariju populaciju iz engl. *Sleep Health Study* (prosječne dobi 67 godina) praćeno longitudinalno u prosjeku 12 godina, pokazalo je da su niži postotak REM spavanja i duža latencija REM spavanja povezani s većim rizikom incidencije demencije (22).

Jedan od najočitijih, neposrednih i uglavnom reverzibilnih nepovoljnih neurokognitivnih ishoda povezanih s OSA-om je prekomjerna dnevna pospanost (EDS) koja

se može mjeriti subjektivno pomoću upitnika kao što je Epworthova ljestvica pospanosti. ESS se često koristi klinički za procjenu subjektivne dnevne pospanosti ili sklonosti spavanju kod odraslih (23). Unatoč širokoj upotrebi, točnost ovog upitnika daleko je od optimalne jer ESS slabo korelira s indeksom respiratornih smetnji. Nije jasno mogu li upitnici koji istražuju različite domene kvalitete spavanja poboljšati otkrivanje osoba s OSA-om, osobito u odnosu na starije pacijente jer klasični simptomi OSA-e obično nestaju s godinama, dok prevladavaju atipične prezentacije, uglavnom s osjećajem jutarnjeg umora, povećanjem broja dnevnih drijemanja i nokturije. Pretjerana pospanost tijekom dana također je daleko od pouzdanog instrumenta za procjenu učinkovitosti liječenja OSA-e, jer bolesnici koji se ne žale na pospanost predstavljaju čak 30 do 40% osoba koje boluju od OSA-e i imaju lošiju prognozu (24). No, pretjerana pospanost tijekom dana bitan je simptom zbog izravnog utjecaja na kvalitetu života bolesnika i prometnih nesreća. S druge strane, pretjerana pospanost tijekom dana također može biti posljedica neprikladnih navika spavanja ili psihijatrijskih poremećaja, poput depresije, koje je potrebno uzeti u obzir u istraživanjima kada je to moguće. Kronični nedostatak spavanja povezan s načinom života jedan je od najčešćih uzroka dnevne pospanosti (25). U ovom istraživanju, prekomjerna dnevna pospanost pokazala se povezanom s psihomotoričkom izvedbom, ali sama kvaliteta spavanja subjektivno procijenjena PSQI upitnikom nije bila značajno povezana s niti jednom mjerom na testovima psihomotoričke izvedbe. Utvrđena je povezanost izraženije dnevne pospanosti s kraćim vremenom reakcije kod bolesnika s OSA-om, kada se ne kontrolira dob. Starija populacija rjeđe prijavljuje dnevnu pospanost, dok mlađe osobe s OSA-om češće prijavljuju pospanost (7), stoga je moguće iste nalaze objasniti ulogom dobi. Rezultati prošlih istraživanja pokazuju nedostatak povezanosti dnevne pospanosti i psihomotornih performansi kada se uzme u obzir dob. Nije pronađena značajna korelacija između prekomjerne dnevne pospanosti mjerene ESS-om i UKT-om za jednostavne aritmetičke operacije u bolesnika s OSA-om. Isto tako, brzina percepcije vizualnog podražaja nije bila povezana s ESS-om u bolesnika s OSA-om (7). Prosječna brzina reakcije na psihomotoričkim testovima CRD serije ostala je najbolja za ispitanike u kategoriji blage dnevne pospanosti procijenjene ESS upitnikom, što svjedoči nepovezanosti simptoma pospanosti i lošijih psihomotoričkih izvedbi (7).

Gledajući kvalitetu spavanja bolesnika s OSA-om, naši rezultati dobiveni PSQI upitnikom pokazuju da je brzina razlikovanja položaja signala slična kod ispitanika dobre i loše kvalitete spavanja te da subjektivno lošija kvaliteta spavanja nije utjecala na brzinu psihomotoričkih reakcija. PSQI upitnik jedan je od najčešće korištenih alata za procjenu opće kvalitete spavanja i učinkovito bilježi iznenadne promjene u kvaliteti spavanja poput onih

doživljenih nakon neočekivanih psiholoških stresova ili trauma, no i ranija istraživanja ukazuju na to da može biti manje osjetljiv na probleme spavanja povezane s kroničnim stanjima kao što je OSA (24). Naposljetku, mnogi pacijenti s OSA-om, osobito oni stariji, ne percipiraju ispravno svoje probleme sa spavanjem, smatraju ih rezultatom i izrazom normalnog starenja, a loša kvaliteta spavanja nije glavna pritužba bolesnika s OSA-om te bolesnici znatno češće traže liječničku pomoć zbog hrkanja (24). Takve spoznaje također su u skladu s nalazima ovog istraživanja koja ukazuju na nepostojanje povezanosti kvalitete spavanja na PSQI upitniku i psihomotoričke izvedbe u bolesnika s OSA-om.

Uspoređujući ispitanike s i bez komorbidnih dijagnoza, uočena je sporija psihomotorička izvedba samo u ispitanika s dijagnozom dijabetesa u odnosu na ostale. Uspoređujući antropometrijske mjere s izvedbom na psihomotoričkim testovima bolesnika s dijagnozom OSA-e, ovim istraživanjem je utvrđeno da s dobi opada brzina reakcije na psihomotoričkim testovima. Brže vrijeme reakcije na testu rješavanja problema povezano je s manjim opsegom bokova i manjim opsegom vrata u bolesnika s OSA-om.

Ovo istraživanje ima nekoliko ograničenja. Jedno od ograničenja je što nema kontrolne skupine tj. zdravih pojedinaca koji ne boluju od OSA-e. Nadalje, nisu prikupljene informacije o tome koje lijekovi bolesnici uzimaju s obzirom da određeni lijekovi kao npr. sedativi mogu imati značajan utjecaj na arhitekturu spavanja. U procjeni prekomjerne dnevne pospanosti, korištene su isključivo mjere subjektivne procjene, a pospanost je moguće procijeniti i objektivnije procjenom latencije spavanja testom višestruke latencije spavanja (MSLT). Također, potrebno je istaknuti da je u ovo istraživanje uključen manji udio žena s obzirom na broj muškaraca, a poznato je da nije u svim dobnim skupinama bolesnika s OSA-om omjer muških i ženskih bolesnika toliko različit. U dijelu ispitanika, provedeno je cjelonoćno snimanje poligrafijom, te zbog toga što PSG nije proveden u svih bolesnika, nisu za sve bolesnike bili dostupni podaci o raspodjeli stadija spavanja odnosno o pojedinačnim obilježjima arhitekture spavanja.

## **6. ZAKLJUČAK**



1. Oboljeli od OSA-e imaju promijenjenu arhitekturu spavanja na način da imaju smanjen udio stadija N3 i REM stadija spavanja te povećan udio stadija N2.
2. Smanjenje udjela stadija N3 i REM stadija spavanja povezano je sa sporijom psihomotoričkom izvedbom na CRD testovima.
3. Kvaliteta spavanja procijenjena PSQI upitnikom nije povezana s pogoršanjem psihomotoričke izvedbe na CRD testovima.
4. Veća dnevna pospanost procijenjena ESS upitnikom povezana je s kraćim vremenom reakcije na CRD testu 411 i 11.
5. Uspoređujući ispitanike s i bez komorbidnih dijagnoza, uočena je sporija psihomotorička izvedba na testu brzine razlikovanja položaja signala i testu složenih psihomotoričkih reakcija samo u ispitanika s dijagnozom dijabetesa u odnosu na ostale.
6. Brže vrijeme reakcije na CRD testu rješavanja problema povezano je s manjim opsegom bokova i manjim opsegom vrata u bolesnika s OSA-om.

## **7. LITERATURA**

1. Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *Lancet*. 2014;383:736–47.
2. Rundo JV. Obstructive sleep apnea basics. *Cleve Clin J Med*. 2019;86:2–9.
3. Eckert DJ, Jordan AS, Merchia P, Malhotra A. Central sleep apnea. *Chest*. 2007;131:595–607.
4. Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ Jr, Friedman N, Malhotra A, Patil SP, Ramar K i sur. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med*. 2009;05:263–76.
5. Laratta CR, Ayas NT, Povitz M, Pendharkar SR. Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea in adults. *CMAJ*. 2017;189:E1481–8.
6. Chang HP, Chen YF, Du JK. Obstructive sleep apnea treatment in adults. *Kaohsiung J Med Sci*. 2020;36:7–12.
7. Engleman H, Joffe D. Neuropsychological function in obstructive sleep apnoea. *Sleep Med Rev*. 1999;3:59–78.
8. Lusic Kalcina L, Pavlinac Dodig I, Pecotic R, Valic M, Dogas Z. Psychomotor performance in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Nat Sci Sleep*. 2020;12:183–95.
9. Quan SF, Wright R, Baldwin CM, Kaemingk KL, Goodwin JL, Kuo TF, et al. Obstructive sleep apnea-hypopnea and neurocognitive functioning in the sleep heart health study. *Sleep Med*. 2006;7:498–507.
10. Mitterling T, Högl B, Schönwald SV, Hackner H, Gabelia D, Biermayr M, i sur. Sleep and respiration in 100 healthy caucasian sleepers—a polysomnographic study according to american academy of sleep medicine standards. *Sleep*. 2015;38:867–75.
11. Krysta K, Bratek A, Zawada K, Stepańczak R. Cognitive deficits in adults with obstructive sleep apnea compared to children and adolescents. *J Neural Transm*. 2017;124:187–201.
12. Udholm N, Rex CE, Fuglsang M, Lundbye-Christensen S, Bille J, Udholm S. Obstructive sleep apnea and road traffic accidents: a Danish nationwide cohort study. *Sleep Med*. 2022;96:64–9.
13. Bucks RS, Olaithe M, Eastwood P. Neurocognitive function in obstructive sleep apnoea: A meta-review. *Respirology*. 2013;18:61–70.
14. Batool-Anwar S, Kales SN, Patel SR, Varvarigou V, DeYoung PN, Malhotra A. Obstructive sleep apnea and psychomotor vigilance task performance. *Nat Sci Sleep*. 2014;6:65–71.
15. Li Y, Vgontzas A, Kritikou I, Fernandez-Mendoza J, Basta M, Pejovic i sur. Psychomotor vigilance test and its association with daytime sleepiness and inflammation in sleep apnea:

- clinical implications. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med.* 2017;13:1049–56.
16. Lagares LS, Lino RS, Bomfim ES, Santos FA, Queiroz CO, Pinto LL, et al. Anthropometric measures for the prognosis of obstructive sleep apnea in obese. *Clin Med Res.* 2022;20:147–52.
17. Lee IS, Bardwell W, Ancoli-Israel S, Natarajan L, Loreda JS, Dimsdale JE. The relationship between psychomotor vigilance performance and quality of life in obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med.* 2011;7:254–60.
18. About the ESS – Epworth Sleepiness Scale [Internet]. [citirano 23. lipnja 2024.]. Dostupno na: <https://epworthsleepinessscale.com/about-the-ess/>
19. Shahid A, Wilkinson K, Marcu S, Shapiro CM. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2011 [citirano 28. lipnja 2024.]. p. 279–83. Dostupno na: [https://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-9893-4\\_67](https://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-9893-4_67)
20. Buysse DJ, Hall ML, Strollo PJ, Kamarck TW, Owens J, Lee L, et al. Relationships Between the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), Epworth Sleepiness Scale (ESS), and clinical/polysomnographic measures in a community sample. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med.* 2008;4:563–71.
21. WU B, CAI J, YAO Y, PAN Y, PAN L, ZHANG L, i sur. The relationship between obstructive sleep apnea of different severities and sleep structure. *J Zhejiang Univ Med Sci.* 2020;49:455–61.
22. Karuga FF, Kaczmarek P, Białasiewicz P, Szmyd B, Jaromirska J, Grzybowski F, i sur. REM-OSA as a tool to understand both the architecture of sleep and pathogenesis of sleep apnea—literature review. *J Clin Med.* 2023;12:5907.
23. Varga AW, Mokhlesi B. REM Obstructive sleep apnea: risk for adverse health outcomes and novel treatments. *Sleep Breath Schlaf Atm.* 2019;23:413–23.
24. Chiang JK, Lin YC, Lu CM, Kao YH. Snoring index and neck circumference as predictors of adult obstructive sleep apnea. *Healthcare.* 2022;10:2543.
25. Scarlata S, Pedone C, Curcio G, Cortese L, Chiurco D, Fontana D, i sur. Pre-polysomnographic assessment using the Pittsburgh Sleep Quality Index questionnaire is not useful in identifying people at higher risk for obstructive sleep apnea. *J Med Screen.* 2013;20:220–6.

26. Borsini E, Blanco M, Schonfeld S, Ernst G, Salvado A. Performance of Epworth Sleepiness Scale and tiredness symptom used with simplified diagnostic tests for the identification of sleep apnea. *Sleep Sci.* 2019;12:287–94.

## **8. SAŽETAK**

**Ciljevi:** Glavni cilj ovog istraživanja je istražiti povezanost između opstruktivske apneje tijekom spavanja i psihomotoričkih sposobnosti procijenjenih reakciometrom.

**Ispitanici i postupci:** U ovom istraživanju sudjelovalo je 118 ispitanika, od čega 102 muškarca i 16 žena (prosječne dobi 58 godina). Ispitanici su rješavali tri testa CRD i to od najjednostavnijih do najsloženijih. Testom CRD 311 mjerena je brzina percepcije do vizualnog podražaja, testom CRD 411 brzina složene psihomotorne koordinacije udova i testom CRD 11 mjerena je brzina rješavanja jednostavnih aritmetičkih operacija. Diskriminacija položaja jednostavnog svjetlosnog signala procijenjena je testom CRD 311. Od rezultata postignutih na testovima analizirani su ukupno vrijeme rješavanja (UKT), minimalno vrijeme (MinT) i prosječno vrijeme rješavanja (MedT).

**Rezultati:** Nema značajne razlike u brzini rješavanja testova između različitih kategorija dnevne pospanosti prema ESS ljestvici. Brzina razlikovanja položaja signala nije se značajno razlikovala između ispitanika s rezultatom na PSQI ljestvici većim od 9,5 u odnosu na ispitanike čiji je PSQI bio manje od 9,5 ( $P=0,304$ ), kao ni u brzini složene psihomotoričke reakcije ( $P=0,343$ ) i brzini rješavanja problema ( $P=0,323$ ). Veća učinkovitost spavanja bila je povezana s bržim vremenom testa rješavanja problema (CRD 11;  $r = - 0,29$ ). Postojala je značajna povezanost dužeg vremena nakon prvog usnivanja sa sporijim vremenom na testu rješavanja problema (CRD 11;  $r = 0,26$  za UKT,  $r = 0,27$  za MinT te  $r = 0,29$  za MedT).

**Zaključci:** Oboljeli od OSA - e imaju poremećenu arhitekturu spavanja na način da imaju smanjen udio stadija 3 i REM stadija spavanja te povećan udio stadija 2, a to smanjenje povezano je sa sporijom psihomotoričkom izvedbom. Dnevna pospanost procijenjena ESS - om i PSQI upitnikom nije povezana s pogoršanjem psihomotornih izvedbi bolesnika s OSA - om.

## **9. SUMMARY**

**Diploma thesis title:** Psychomotor capabilities and sleep architecture in patients with a diagnosis of obstructive sleep apnea.

**Objectives:** The main goal of this study is to investigate the relationship between obstructive sleep apnea and psychomotor abilities assessed with a reactionometer.

**Subjects and procedures:** 118 subjects participated in this research, of which 102 were men and 16 were women (average age 58 years). Respondents solved three CRD tests from the simplest to the most complex. The CRD 311 test measured the speed of perception to a visual stimulus, the CRD 411 test measured the speed of complex psychomotor coordination of the limbs, and the CRD 11 test measured the speed of solving simple arithmetic operations. Discrimination of the position of a simple light signal was evaluated using the CRD 311 test. The total solution time (UKT), minimum time (MinT) and average solution time (MedT) were analyzed from the test results.

**Results:** There are no significant differences in the speed of solving tests between different categories of daytime sleepiness according to the ESS scale. The speed of distinguishing the position of the signal did not differ significantly between subjects with a result on the PSQI scale greater than 9.5 compared to subjects whose PSQI was less than 9.5 ( $P=0.304$ ), as well as in the speed of complex psychomotor reactions ( $P=0.343$ ) and quick problem solving ( $P=0.323$ ). Greater sleep efficiency was associated with faster problem-solving time on the test (CRD 11;  $r = - 0.29$ ). There was a significant correlation between a longer time after the first falling asleep and a slower time to solve the problem of the test (CRD 11;  $r = 0.26$  for UKT,  $r = 0.27$  for MinT and  $r = 0.29$  for MedT).

**Conclusions:** Patients with OSA have disturbed sleep architecture in such a way that they have a reduced proportion of stage 3 and REM sleep stages and an increased proportion of stage 2, and this reduction is associated with slower psychomotor performance. Daytime sleepiness assessed by ESS and PSQI questionnaire is not related to deterioration of psychomotor performance of patients with OSA.