



KORELACIJA TEŽINE OPSTRUKTIVNE APNEJE U SPAVANJU, PLUĆNE FUNKCIJE I GOJAZNOSTI

CORRELATION OF SEVERITY OF OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA, PULMONARY FUNCTION AND OBESITY

Danijela Petrić*, Maja Latinčić*, Milica Srećić*, Ivona Risović*†

SAŽETAK *Uvod:* Gojaznost je centralni patofiziološki faktor koji povezuje smanjenu plućnu funkciju i težinu opstruktivnih poremećaja disanja tokom sna. *Cilj rada:* Analiza povezanosti između gojaznosti, plućne funkcije i težine opstruktivne apneje u spavanju (OSA). *Metode:* Rađena je retrospektivna studija kod 28 pacijenata hospitalizovanih u Klinici za plućne bolesti Univerzitetskog Kliničkog centra Republike Srpske zbog sumnje na poremećaje disanja u toku spavanja. Plućna funkcija procijenjena je spirometrijom (forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi (FEV1), forsirani vitalni kapacitet (FVC), odnos FEV1/FVC), dok je poremećaj disanja u spavanju dijagnostikovao noćnom poligrafijom uz određivanje apneja-hipopneja indeksa (AHI) i indeksa desaturacije kiseonikom (ODI). *Rezultati:* Ispitanici su bili prosječne starosti 50 godina, pretežno muškarci (68%), sa visokim prosječnim indeksom tjelesne mase (BMI) od 40,4 kg/m². Rezultati su pokazali statistički značajnu pozitivnu korelaciju između BMI i AHI ($r = 0,38$), kao i vrlo jaku korelaciju između AHI i ODI ($r = 0,91$). Uočene su negativne korelacije između AHI i FEV1 ($r = -0,45$) i FVC ($r = -0,40$), kao i između BMI i spirometrijskih parametara. *Zaključak:* Gojaznost značajno doprinosi smanjenju plućne funkcije i težini OSA. *Ključne riječi:* gojaznost, plućna funkcija, opstruktivna apneja u spavanju.

UVOD

Plućna funkcija obuhvata procese ventilacije, difuzije i perfuzije koji omogućavaju razmjenu gasova između alveola i krvi, čime se održava adekvatna oksigenacija tkiva i eliminacija ugljen-dioksida (1). Spirometrija je esencijalni dio plućne funkcije koja nam pruža podatke o najvažnijim dinamičnim volumenima, forsiranom vitalnom kapacitetu (FVC) i forsiranom ekspiratornom volumenu u prvoj sekundi (FEV1) (2,3).

Gojaznost predstavlja hronično nezaznato stanje karakterisano prekomjernim nakupljanjem masnog tkiva koje može značajno narušiti zdravlje, a najčešće se procjenjuje pomoću BMI. Povezana je s povećanim rizikom za brojne bolesti, uključujući kardiovaskularne bolesti, dijabetes tipa 2 i apneja u spavanju (4,5). Prevalenca gojaznosti je u stalnom porastu na globalnom nivou, što predstavlja značajan javnozdravstveni problem (4).

Poremećaj disanja pri spavanju predstavlja grupu poremećaja uzrokovanu abnormalnim obrascem disanja pri spavanju i može dovesti do fragmentacije sna i dnevne pospanosti (6). Opstruktivna apneja pri spavanju je najčešći poremećaj disanja pri spavanju koji se karakteriše epizodama djelimičnog ili potpunog kolapsa gornjih disjanih puteva što dovodi do privremenih pauza u disanju tokom spavanja i posljedične intermitentne hipoksemije i desaturacije (7).

Naš rad je imao za cilj da analizira povezanost između gojaznosti, plućne funkcije i težine opstruktivne apneje u spavanju (OSA).

METODE

Ovo retrospektivno istraživanje obuhvatilo je 28 pacijenata koji su hospitalizovani u Klinici za plućne bolesti Univerzitetskog kliničkog centra Republike Srpske (UKC RS) zbog istovremenog izvođenja testova plućne funkcije



i sleep studije u periodu od avgusta 2025. godine do februara 2026. godine.

Za evaluaciju plućne funkcije korišten je aparat Ganshorn PowerCube (Schiller Group).

Pacijentima je urađena noćna limitirana poligrafija na aparatu SAMOA LOWENSTEIN. Procedura je

izvedena primjenom standardnog dijagnostičkog protokola AASM uz istovremeno snimanje protoka vazduha ispred nosa (respiratorna kanila), zvuka disanja (hrkanja), pokreta grudnog koša i abdomena, položaja tijela, pulsa i saturacije krvi pomoću pulsno oksimetra.

Kriterijumi za uključivanje bili su: starost >18 godina i potvrđena opstruktivna apneja u spavanju poligrafijom. Kriterijumi za isključivanje bili su: nekontrolisane teške plućne bolesti ili hronične kardiovaskularne bolesti.

Mjereni parametri bili su: pol, dob, indeks tjelesne mase (engl. body mass index – BMI), FEV1, FVC, odnos FEV1/FVC odnos, vršni ekspiratorni protok (engl. peak expiratory flow – PEF), apneja-hipopneja indeks (engl. apnea-hypopnea Index - AHI), indeks desaturacije kiseonikom (engl. oxygen desaturation index - ODI) i prosječna saturacija (engl. mean saturation).

Prikupljeni podaci unošeni su i čuvani u bazi podataka, te obrađeni korištenjem MS Office Excel programa. Za statističku analizu korištena je deskriptivna statistika i Pearsonov koeficijent korelacije.

Za izradu rada dobijena je saglasnost Etičkog odbora Univerzitetskog kliničkog centra Republike Srpske.

REZULTATI

Tabela 1. Tabelarni prikaz ispitivanih parametara

Redni broj pacijenata	Pol	Dob (god.)	BMI (kg/m ²)	FEV1 (L)	FVC (L)	FEV1/FVC ratio	PEF (%)	AHI (h)	ODI (h)	Mean Saturation (%)
1.	Ž	57	33,3	3,13	4	79,5	97	62,2	47,6	93,4
2.	Ž	22	58	3,21	3,64	88	74	21,3	40,3	85,8
3.	Ž	49	46	2,93	3,52	83	90	5,5	3,1	93,8
4.	M	56	46,1	3,59	4,65	77	124	28,9	44	87,6
5.	M	81	28	3,31	4,25	77,9	107	12,4	13,1	92,5
6.	Ž	36	47,6	2,97	3,72	79	77	26,1	22,6	93,8
7.	M	35	62,4	4,39	5,95	73	98	22	21,4	92,2
8.	M	55	43,2	5,95	7,27	81	113	60,9	58,6	90,2
9.	M	54	60,5	0,85	1,32	64	43	95,6	88	73,9
10.	M	50	39	3,38	4,59	73,7	80	18	14,2	92,4
11.	M	45	55	3,62	4,72	76	84	52,9	81,8	87,3
12.	M	43	37	3,52	4,48	76,6	76	94,1	90,5	79,3
13.	M	50	44	2,13	2,80	76	87	65,5	91,3	73,8
14.	M	67	25	2,50	3,31	75,3	75	38,9	42,7	90
15.	M	28	35	5,26	6	87,6	132	20	11,2	94,6
16.	M	49	37	3,73	4,40	85	109	76,4	83,2	82,9
17.	Ž	35	43	2,54	3,63	70	93	14,1	11,8	95,1
18.	M	46	24	5,41	6,14	82	100	18	3,4	94,7
19.	M	59	34	3,03	3,81	79	79	28,3	27	92,5
20.	M	42	29	4,49	5,62	79,8	115	26,3	23,5	92,1
21.	Ž	65	27	1,36	2,02	67,2	45	42,3	47,3	88,5



22.	M	51	33	3,74	4,86	76,9	91	21,4	17,3	91,5
23.	M	65	44	2,58	3,39	76,1	64	73	90,7	83,5
24.	Ž	56	40	2,12	2,40	88	102	68,9	97,5	83,5
25.	M	58	43	1,83	2,14	85,4	100	36,8	65,7	77,4
26.	Ž	71	27	0,88	1,99	44,2	44	28,9	44,7	81,8
27.	M	55	41	2,09	2,75	85,2	67	68,7	73	67
28.	Ž	26	27	3,97	4,66	85,2	114	19	7,7	95,8

BMI- Body mass index; FEV1- forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi; FVC- forsirani vitalni kapacitet; FEV1/FVC ratio- odnos forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi i forsiranog vitalnog kapaciteta; PEF- Peak expiratory flow; AHI- Apnea Hypopnea Index; ODI- Oxygen Desaturation Index.

Pacijenti uvršteni u naše istraživanje bili su u dobnom rasponu od 22. do 81. godine. Prosječna životna dob ispitanika iznosila je 50 godina. Dominirao je muški pol (68%) u odnosu na ženski pol (32%). Prosječan BMI iznosio je približno 40,4 kg/m², što predstavlja visoku prevalencu gojaznosti. U uzorku ispitanika dominirala je teška OSA, ≥30 pacijenata (č61%), sa prosječnim AHI ≈ 41,5/h. Blaga OSA registrovana je kod dva pacijenta (7%), a umjerena kod devet pacijenata (32%). Prosječan ODI očekivano je dobro pratio AHI ≈ 45,5. Prosječna saturacija krvi kiseonikom praćena tokom poligrafije iznosila je 88,6%.

Korelacija BMI i AHI

Pearsonov koeficijent korelacije (r): ≈ 0,38 (p-vrijednost: ≈ 0,04) – rezultati su pokazali slabu do umjereno pozitivnu korelaciju što pokazuje da je utvrđena statistički značajna pozitivna korelacija između BMI i AHI (r = 0,38; p = 0,04), odnosno porast indeksa tjelesne mase pratio je porast težine opstruktivne apneje pri spavanju. Gojaznost nije jedini faktor koji doprinosi opstruktivnoj apneji u spavanju, što se vidi iz tabele da ekstremne vrijednosti AHI nisu samo kod najvećeg BMI.

Korelacija AHI i ODI

Utvrđena je vrlo jaka statistički značajna pozitivna korelacija između AHI i ODI (r = 0,91; p < 0,001), što ukazuje na snažnu povezanost između učestalosti respiratornih događaja i epizoda desaturacije tokom sna.

Korelacija AHI i FEV1/AHI i FVC

Utvrđena je statistički značajna negativna korelacija između AHI i FEV1 (r = -0,45; p = 0,02), kao i između AHI i FVC (r = -0,40; p = 0,03), što ukazuje da veća težina opstruktivne apneje u snu prati niže vrijednosti plućnih volumena.

Korelacija BMI i FEV1 / BMI i FVC

Utvrđena je statistički značajna negativna korelacija između BMI i FEV1 (r = -0,52; p = 0,004), kao i između BMI i FVC (r = -0,49; p = 0,006), što ukazuje da viši indeks tjelesne mase prati smanjenje plućnih volumena.

DISKUSIJA

Ova studija je pokazala značajne odnose između indeksa tjelesne mase (BMI), spirometrijskih parametara i težine opstruktivnih respiratornih poremećaja u snu, mjerenih indeksom apneja-hipopneja (AHI) i indeksom desaturacija (ODI).

Dobijeni rezultati su u velikoj mjeri u skladu s dosadašnjim saznanjima iz literature o patofiziologiji opstruktivne apneje pri spavanju.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je gojaznost centralni faktor koji povezuje smanjene plućne volumene i povećanu težinu opstruktivnih poremećaja disanja u snu. Međutim, odsustvo vrlo jake direktne korelacije



između BMI i AHI sugerije da i drugi faktori, poput anatomskih karakteristika gornjih disajnih puteva, vjerovatno značajno doprinose razvoju bolesti (7).

Uočen je statistički značajan i umjeren negativan odnos između BMI i plućnih funkcijskih parametara, uključujući FEV1 i FVC.

Ovaj nalaz je u skladu s ranijim studijama koje pokazuju da povećana tjelesna masa dovodi do restriktivnog ventilacijskog obrasca, prvenstveno zbog smanjene pokretljivosti dijafragme i povećanog intraabdominalnog pritiska (7,8).

Iako promjene u FEV1 i FVC kod gojaznih osoba obično ostaju u blažem do umjerenom rasponu, njihov klinički značaj raste u kontekstu komorbiditeta kao što je OSA. Najizraženija korelacija u ovoj studiji uočena je između AHI i ODI, što je očekivan nalaz s obzirom da oba parametra direktno odražavaju učestalost respiratornih događaja i njihove posljedice na oksigenaciju.

Dodatno, uočene su umjerene negativne korelacije između AHI i spirometrijskih parametara (FEV1 i FVC). Međutim, literatura nas navodi da je ova povezanost često indirektna i u velikoj mjeri posredovana BMI-om, što znači da smanjena plućna funkcija sama po sebi nije primarni mehanizam razvoja OSA, već dio šireg metaboličko-mehaničkog profila pacijenta (9).

ZAKLJUČAK

Rezultati ovog rada u cjelini podržavaju koncept da je gojaznost centralni patofiziološki faktor koji povezuje smanjenu plućnu funkciju i težinu opstruktivnih poremećaja disanja tokom sna, dok su direktne veze između spirometrijskih parametara i AHI

relativno slabije i vjerovatno posredovane drugim faktorima.

Svjesni smo ograničenja ovog istraživanja u vidu malog i nedovoljno reprezentativnog uzorka te nepotpunog testiranja plućne funkcije. U nastavku su potrebna su daljnja istraživanja većeg broj ispitanika i detaljnije evaluacije plućne funkcije.

LITERATURA

1. Hall JE. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021.
2. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26(2):319-38.
3. American Thoracic Society. Standardization of spirometry, 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995; 152(3):1107-36.
4. World Health Organization. Obesity and overweight. *Internet*. Geneva: WHO; 2021. Accessed 2026 May 1. Available from: who.int
5. Hruby A, Hu FB. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *Pharmacoeconomics*. 2015 Jul; 33(7):673-89.
6. Altalag A, Road J, Wilcox P, Aboulhosn K. Title of chapter. In: *Pulmonary Function Tests in Clinical Practice*. London: Springer-Verlag; 2009. p. 217.
7. Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *Lancet*. 2014; 383(9918):736-47.
8. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol*. 2010 Jan; 108(1):206-11.
9. Littleton SW. Impact of obesity on respiratory function. *Respirology*. 2012; 17(1):43-9.



ABSTRACT Introduction: Obesity is a central pathophysiological factor that links reduced lung function and the severity of obstructive sleep apnea. **The aim:** To analyze the association between obesity, lung function, and the severity of obstructive sleep apnea (OSA). **Methods:** A retrospective study was conducted in 28 hospitalized patients at the Clinic for pulmonary diseases of the University Clinical Center of the Republic of Srpska with suspected sleep-disordered breathing. Lung function was assessed by spirometry (forced expiratory volume in 1 second (FEV1), forced vital capacity FVC, FEV1/FVC ratio), while sleep-disordered breathing was diagnosed by nocturnal polygraphy with determination of apnea-hypopnea index (AHI) and oxygen desaturation index (ODI). **Results:** The subjects were of average age 50 years, predominantly male (68%), with a high average body mass index (BMI) of 40.4 kg/m². The results showed statistically significant positive correlation between BMI and AHI ($r = 0.38$), as well as a very strong correlation between AHI and ODI ($r = 0.91$). Negative correlations were observed between AHI and FEV1 ($r = -0.45$) and FVC ($r = -0.40$), as well as between BMI and spirometric parameters. **Conclusion:** Obesity significantly contributes to the reduction of lung function and the severity of OSA.

Keywords: obesity; lung function; obstructive sleep apnea (OSA).

*Univerzitetski klinički centar Republike Srpske

†Medicinski fakultet Banja Luka

Autor za korespondenciju:

Danijela Petrić

E-mail: danijela.petric@kc-bl.com