

ÚČINKY AURIKULÁRNEJ STIMULÁCIE NA ANTROPOMETRICKÉ A FYZIOLOGICKÉ UKAZOVATELE PRI OSA

Grešová S., Novotná V., Švorc P., Donič V.

¹ Ústav lekárskej fyziológie UPJŠ LF, Košice

Úvod Obštrukčné spánkové apnoe (OSA) predstavuje komplexné ochorenie prepojené s demografickými, antropometrickými a kardiometabolickými faktormi. Elektrická aurikulárna stimulácia (EAS) predstavuje doplnkový neuromodulačný prístup, ktorý môže ovplyvniť autonómnú reguláciu, svalový tonus horných dýchacích ciest a niektoré hemodynamické parametre.

Cieľom práce bolo analyzovať zmeny vo vzájomných vzťahoch medzi demografickými a antropometrickými ukazovateľmi u pacientov s OSA pred a po aurikulárnej stimulácii.

Materiál a Metodika Celkovo 68 nocí zahŕňalo 27 diagnostických polysomnografických (PSG) vyšetrení (výsledky predstavovali referenčné hodnoty) a 41 stimulačných PSG vyšetrení metódou EAS.

Výsledky Bivariantnou Spearmanovou korelačnou analýzou sme zistili signifikantné vzťahy medzi jednotlivými vzájomnými demografickými a antropometrickými parametrami kohorty. Z čoho vyplýva, že EAS liečba pri znížení počtu apnoicko-hypopnoických epizód ich trvaní, znížení desaturačného indexu a prebúdzacích reakcií by znížila index telesnej hmotnosti a antropometrické parametre (obvod pásu a bokov).

Záver Výsledky poukazujú na potenciál aurikulárnej stimulácie ako doplnkovej intervencie v manažmente OSA, pričom sú potrebné rozsiahlejšie klinické štúdie.

Kľúčové slová: OSA, aurikulárna stimulácia, antropometria, BMI, obvod krku,

Úvod

Obštrukčné spánkové apnoe (OSA) patrí medzi najčastejšie poruchy dýchania v spánku a predstavuje významný celospoločenský aj medicínsky problém. Odhaduje sa, že v populácii stredného a vyššieho veku postihuje 9 - 38 % dospelých, pričom prevalencia výrazne rastie u pacientov s obezitou, hypertenziou a metabolickým syndrómom [21]. OSA sa vyznačuje opakovanými epizódami úplnej alebo čiastočnej obštrukcie horných dýchacích ciest, ktoré vedú k intermitentnej hypoxii, hyperkapnii a fragmentácii spánku [7, 12]. Tieto procesy sú úzko spojené s množstvom systémových dôsledkov, vrátane zvýšenej kardiovaskulárnej morbidity, aktivácie sympatikového nervového systému, zápalových zmien a metabolických porúch [10, 17].

K najdôležitejším predispozičným faktorom pre vznik a progresiu OSA patria demografické a antropometrické ukazovatele. Mužské pohlavie, vyšší vek a centrálna obezita sú stabilne identifikované rizikové faktory [25]. Antropometrické parametre ako index telesnej hmotnosti (BMI), obvod krku, obvod pásu, obvod bokov, pomer pás/boky (WHR) či pomer pás/výška (WHtR) významne odrážajú anatomicke pomery horných dýchacích ciest a distribúciu tukového tkaniva, ktoré priamo ovplyvňujú priechodnosť faryngu počas spánku [19]. Zvlášť centrálna obezita prispieva k zvýšenému kolapsu horných dýchacích ciest a nižšej funkčnej reziduálnej kapacity [14].

OSA má taktiež významné prepojenie s hemodynamickými parametrami [23]. Intermitentná hypoxia a zvýšená sympatiková aktivita vedú k pretrvávajúcim zmenám systolického a diastolického krvného tlaku, ako aj k zvýšenej srdcovej frekvencii [3]. U mnohých pacientov je

prítomná aj rezistentná hypertenzia, pričom OSA sa považuje za jednu z kľúčových sekundárnych príčin jej rozvoja [5, 17]. Subjektívna denná spavosť, hodnotená pomocou Epworthskej škály spavosti (ESS), predstavuje dôležitý klinický ukazovateľ funkčného dopadu OSA a často koreluje so závažnosťou ochorenia [11].

V posledných rokoch rastie záujem o využitie neuromodulačných techník pri manažmente OSA. Jednou z perspektívnych metód je **aurikulárna stimulácia**, ktorá aktivuje aferentné vlákna *n. vagus* v oblasti ušnice. Táto intervencia môže ovplyvňovať autonómnú reguláciu, znižovať sympatikovú hyperaktivitu a zlepšiť stabilitu horných dýchacích ciest prostredníctvom reflexných mechanizmov [4]. Hoci väčšina existujúcej literatúry sa sústreďuje na invazívnu hypoglosálnu stimuláciu, neinvazívna aurikulárna neuromodulácia predstavuje menej rizikový a široko dostupný prístup, ktorého účinky na antropometriu, hemodynamiku a subjektívne príznaky sú zatiaľ obmedzene preskúmané [6, 8].

Cieľ

Cieľom tejto práce je analyzovať zmeny vo vzájomných vzťahoch medzi demografickými, antropometrickými a fyziologickými parametrami – vrátane systolického a diastolického tlaku, srdcovej frekvencie a skóre ESS – u pacientov s OSA pred a po aurikulárnej stimulácii. Výsledky môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu potenciálneho významu tejto metódy v multidisciplinárnom manažmente OSA.

Materiál a metodika

Do štúdie bolo zaradených 27 pacientov mužského pohlavia, ktorí spĺňali inklúzne kritériá. Pacienti vyšetrení

plnou polysomnografiou boli následne podrobení jednému alebo viacerým stimulačným PSG vyšetreniam metódou EAS. Celkovo 68 nocí zahŕňalo 27 diagnostických PSG vyšetrení (výsledky predstavovali referenčné hodnoty) a 41 stimulačných PSG vyšetrení (19 reagujúcich na EAS liečbu t.j. s poklesom apnoicko-hypopnoického indexu (AHI) o viac ako 40 % a 22 nereagujúcich na EAS liečbu t.j. so zmenou AHI pod 40% oproti referenčným hodnotám).

Pacienti boli vo veku 37-58 rokov. Index telesnej hmotnosti bol v rozpätí 26,9-32,66 kg/m². Epworthská škála spavosti bola v medzi rozmedzí 4-12 bodov. Hodnoty krvného tlaku boli merané až po napojení všetkých snímačov. Systolický TK sa pohyboval v rozpätí 103 - 142 mmHg a diastolický krvný tlak 82 - 96 mmHg. Piaty pacienti užívali antihypertenzíva, 2 mali antidiabetickú liečbu. 22 % (t.j. 6 pacientov) bolo fajčiarov a 6 pacienti udávali príležitostné pitie alkoholu. Pacienti neužívali betablokátory ani antidepresíva typu SNRI (inhibítory spätného vychytávania serotonínu a noradrenalínu), boli to pacienti bez fibrilácie predsiení, neprekonali infarkt myokardu, neboli po transplantácii srdca, ani po implantácii kardiostimulátora a nemali ani pokročilé diabetické komplikácie.

Polysomnografické vyšetrenie

Pacienti po vyšetrení plnou PSG a splnení inkluzných kritérií boli zaradení do EAS štúdie, ktorá bola realizovaná v minimálne dvoch po sebe idúcich nociach, po ktorých boli výsledky porovnávané s terapeutickou (referenčnou) nocou. U pacientov u ktorých sme nezaznamenali zlepšenie AHI sme EAS opakovali avšak s vyhľadáním nového stimulačného bodu. Preto vo výsledkoch našej štúdie je hodnotených viac stimulačných nocí ako terapeutických. To znamená, že celkový počet 68 nocí zahŕňal 27 diagnostických PSG vyšetrení (referenčných) a 41 stimulačných PSG vyšetrení (EAS liečba). Všetci pacienti mali diagnostikované OSA, apnoicko-hypopnoický index (AHI) bol v rozpätí 22,1 - 51,9 udalostí/h spánku.

Lokalizácia stimulačného bodu a EAS

Stimulačný bod bol vyhľadávaný manuálne na základe merania najnižšej impedancie v oblasti *cavum conchae* pravej ušnice zariadením Elektroakupunktur LW-901 (Medisana GmbH D-53340, Meckenheim). V polohe vzpriameného sedu, s bradou v 90 stupňovom uhle voči telu a fixovaním označeného bodu na stene vo výške očí bol markerom farebne označený bod s najnižšou nameranou impedanciou. U každého pacienta sme polohu bodu opakovanne zaznamenávali digitálnym fotoaparátom, ktorý sa nachádzal vždy v rovnakej pozícii. Pred nalepením elektródy (Obr. 1) bola ušnica pacienta zbavená ochlpenia a odmastená benzínalkoholom. Uzemňovacia elektróda sa umiestila do oblasti praveho ramena. Senzorický prah elektrického stimulu sa u každého pacienta určoval individuálne pred nástupom spánku. Po nástupe spánku sa stimulácia vždy začínala z nižšej hodnoty ako nameraný senzorický prah. Zredukovanie hodnoty AHI menej ako 50 % v porovnaní s referenčnou nocou sa považovalo za neefektívnu stimuláciu, preto sa v nasledujúcej noci EAS zopakovala v novo identifikovanom stimulačnom bode.

Stimulačný softvér bol vyvinutý na nastavenie šírky impulzu, pulznej frekvencie a amplitúdy (NPSleep software, NasoPhlex, Zaandijk, The Netherlands). Amplitúda sa automaticky znižovala, pokiaľ akcelerometer (NasoPhlex, The Netherlands) zaznamenal pohyb pravej ruky. Počas prerušenia respiračného cyklu v trvaní 2 - 3 sekundy, v závislosti od dychovej frekvencie pacienta boli v 1 sekundových intervaloch aplikované elektrické stimuly (s nastavením frekvencie 8 Hz, v trvaní 1s, ktoré boli v PSG zázname zobrazené pomocou pridaného kanála s názvom Marker) do nami identifikovaného miesta s najnižšou impedanciou v oblasti *cavum conchae*, pokiaľ sa neobnovilo dýchanie, čím sa zabránilo vzniku respiračného eventu (Obr. 2).

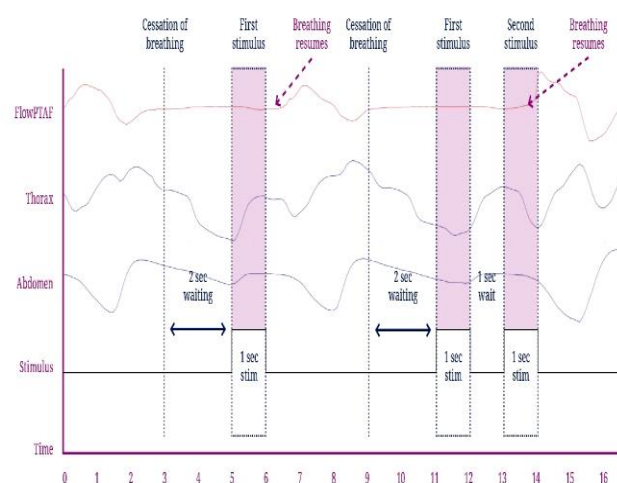
Figure 1 Stimulation electrode.

[Source: own elaboration]



Figure 2 Application of electrical stimulation.

[Source: own elaboration]



Štatistická analýza

Na testovanie normality bol použitý Shapiro-Wilkov W test. Na porovnanie dvoch skupín bol použitý neparametrický Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test. Na porovnanie viac ako dvoch skupín bol použitý neparametrický Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test. Kontinuálne dáta sú vyjadrené ako medián (p50; druhý kvartil, respektíve 50. percentil) a interkvartilové rozpätie

ohraničené prvým/dolným kvartilom (p25, respektíve 25. percentilom) a tretím/horným kvartilom (p75, respektíve 75. percentilom). V rámci bivariantnej analýzy sme hodnotili neparametrický Spearmanov korelačný koeficient (ρ) a na predikciu realizovali viacnásobnú regresnú analýzu. Za štatisticky významné sa považovali porovnávané rozdiely, ak $p < 0,05$. Na štatistické vyhodnotenie bol použitý štatistický program Stata Special Edition Version 13.1 (StataCorp LP, College Station, TX).

Výsledky

Tabuľka 1 sumarizuje základné demografické, antropometrické a hemodynamické charakteristiky pacientov a vzájomné porovnanie medzi referenčnými a stimulačnými nocami. Signifikantné vzťahy medzi jednotlivými vzájomnými demografickými, antropometrickými a hemodynamickými parametrami kohorty sme však nezistili.

Table 1 Comparison of basic demographic, anthropometric, and hemodynamic characteristics of patients

	REF	EAS	P
n (počet PSG nocí)	27	41	
variable	p50 (p25-p75)	p50 (p25-p75)	
age (roky)	49 (38-58)	51 (41-57)	0.6880
BMI (kg/m ²)	29.5 (27.4-32.2)	29.5 (27.76-32.1)	0.9151
SBP (mmHg)	135 (130-142)	132 (127-138)	0.2833
DBP (mmHg)	89 (82-91)	87 (81-93)	0.7920
HR (/min)	75 (69-81)	77 (69-82)	0.7777
ESS	8 (4-12)	9 (6-12)	0.5011
Neck circ. (cm)	42 (40-43)	42 (40-43)	0.7177
waist circ. (cm)	107 (100-110)	107 (97-110)	0.6509
hip circ. (cm)	105 (100-108)	105 (103-107)	0.5843
WHR	1.1 (0.99-1.2)	1 (0.96-1.2)	0.1531

Legend: Data are presented as median (IQR: 25th–75th percentile). BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; ESS, Epworth Sleepiness Scale; WHR, waist-to-hip ratio.

Tabuľka 2 sumarizuje základné polysomnografické charakteristiky pacientov so vzájomným porovnaním medzi referenčnými nocami s EAS stimulačnými nocami. Signifikantné vzťahy medzi polysomnografickými parametrami kohorty sme však nezistili.

Table 2 Polysomnographic characteristics

	REF	EAS	P REF a EAS
n (number of PSG nights)	27	41	
variable	p50 (p25-p75)	p50 (p25-p75)	
TST (min.)	395.5 (357.5-440)	371.5 (342.5-404)	0.0551
AHI	36.1 (22.1-51.9)	27.9 (18-53.4)	0.4045
A+H Tot dur (min)	67.5 (49.6-131.9)	61.6 (27.1-129.1)	0.2514
ODI	26.2 (16.8-50)	20.2 (9-46.4)	0.2387
ArI	24.7 (14.9-46.2)	27.5 (16.4-44.7)	0.6117

Bivariantnou Spearmanovou korelačnou analýzou sme zistili signifikantné vzťahy medzi jednotlivými vzájomnými demografickými a antropometrickými parametrami kohorty. Výsledky u referenčných nocí preukázali signifikantné asociácie medzi AHI a vekom ($\rho = -0,4158$; $p = 0,0310$; Tab. 3), ODI a BMI ($\rho = 0,5245$; $p = 0,0050$; Tab. 3), ODI a obvod krku a obvod bokov ($\rho = 0,4717$; $p = 0,0130$; $\rho = 0,4030$; $p = 0,0371$; Tab. 3), ako aj medzi ArI a vekom ($\rho = -0,4089$; $p = 0,0342$; Tab. 3). Výsledky potvrdili literárne údaje, že pacienti v strednom veku majú stredne ťažké až ťažké OSA s väčšou desaturáciou a častejším výskytom prebúdzacích

reakcií. U mladších pacientov budú hodnoty AHI a ArI väčšie, avšak s nižším desaturačným indexom.

Výsledky u stimulačných nocí (Tab. 4) preukázali signifikantné pozitívne asociácie medzi AHI, trvaním AH, ODI, ArI a BMI ($\rho = 0,4653$; $p = 0,0022$ (Obr. 3); $\rho = 0,3905$; $p = 0,0116$; $\rho = 0,5550$; $p = 0,0002$; $\rho = 0,4151$; $p = 0,0070$ (Obr. 4)), medzi ODI a obvodom pása ($\rho = 0,3632$; $p = 0,0196$), ako aj medzi AHI, AH trvaním, ODI a obvodom bokov ($\rho = 0,3344$; $p = 0,0326$; $\rho = 0,3098$; $p = 0,0487$; $\rho = 0,4381$; $p = 0,0042$). Signifikancie svedčia o tom, že EAS liečba je vhodná u pacientov s nižším BMI, pretože korelačnou analýzou

sme potvrdili zníženie parametrov súvisiacich s OSA (AHI, trvanie AH, ODI, ArI).

Table 3 Spearman's correlation analysis of demographic and anthropometric parameters with AHI, apnoea-hypopnoea duration (AHdur), oxygen desaturation index (ODI), and arousal index (ArI) during baseline polysomnographic nights

REF		AHI	AH dur	ODI	ArI
Age (years)	rho	-			-
	n	0.4158*	-0.3712	-0.3596	0.4089*
	p	0.0310	0.0566	0.0654	0.0342
BMI (kg/m ²)	rho	0.2366	0.1642	0.5245*	0.1924
	n	27	27	27	27
	p	0.2347	0.4130	0.0050	0.3363
SBP (mmHg)	rho	0.0744	0.0309	-0.0245	-0.2048
	n	27	27	27	27
	p	0.7123	0.8783	0.9035	0.3054
DBP (mmHg)	rho	0.3315	0.1141	0.2521	-0.0212
	n	27	27	27	27
	p	0.0912	0.5710	0.2046	0.9165
HR (/min)	rho	0.0815	-0.1329	0.2386	0.0898
	n	27	27	27	27
	p	0.6863	0.5087	0.2308	0.6562
ESS	rho	-0.0968	-0.0910	-0.2061	0.1182
	n	27	27	27	27
	p	0.6311	0.6519	0.3024	0.5569
Neck circ. (cm)	rho	0.2164	0.0554	0.4717*	0.1924
	n	27	27	27	27
	p	0.2782	0.7836	0.0130	0.3364
Waist circ. (cm)	rho	0.0300	0.0187	0.2879	0.0500
	n	27	27	27	27
	p	0.8820	0.9264	0.1454	0.8043
Hip circ. (cm)	rho	0.2083	0.2656	0.4030*	0.1416
	n	27	27	27	27
	p	0.2972	0.1806	0.0371	0.4811
WHR	rho	0.1151	-0.0467	0.2367	0.1971
	n	27	27	27	27
	p	0.5675	0.8173	0.2346	0.3244

Legend: BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; ESS, Epworth Sleepiness Scale; WHR, waist-to-hip ratio; AHI, apnea-hypopnea index; AH dur., duration of apnea-hypopnea events; ODI, oxygen desaturation index; ArI, arousal index; * and p $p < 0,05$.

Table 4 Spearman correlation analysis between individual demographic and anthropometric parameters and AHI, AH duration, ODI, and ArI during stimulation nights

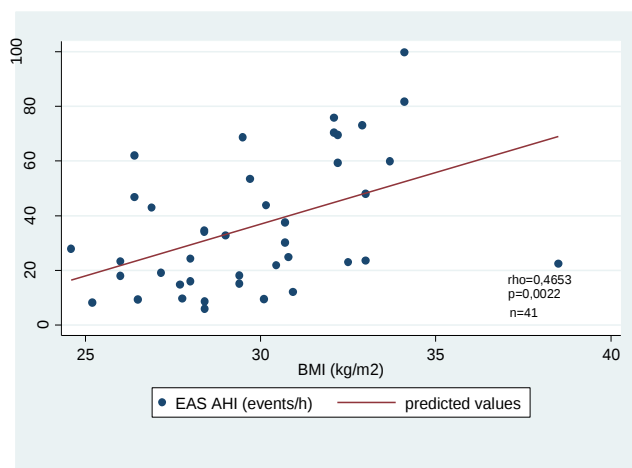
EAS		AHI	AH dur	ODI	ArI
Age (years)	rho	-0.1667	-0.1233	-0.1790	-0.2243
	n	41	41	41	41
	p	0.2976	0.4424	0.2629	0.1587
BMI (kg/m ²)	rho	0.4653*	0.3905*	0.5550*	0.4151*
	n	41	41	41	41
	p	0.0022	0.0116	0.0002	0.0070
SBP (mmHg)	rho	0.0226	-0.0500	0.0029	-0.0645
	n	41	41	41	41
	p	0.8885	0.7562	0.9857	0.6885
DBP (mmHg)	rho	0.0569	-0.0041	0.0483	-0.1194
	n	41	41	41	41
	p	0.7240	0.9799	0.7642	0.4572
HR (/min)	rho	0.0704	0.0172	0.0320	-0.1111
	n	41	41	41	41
	p	0.6620	0.9149	0.8425	0.4894
ESS	rho	0.1787	0.1203	0.1474	0.0063
	n	41	41	41	41
	p	0.2637	0.4538	0.3578	0.9691
Neck circ. (cm)	rho	0.1362	0.1507	0.1981	0.1480
	n	41	41	41	41
	p	0.3958	0.3469	0.2143	0.3559
Waist circ. (cm)	rho	0.2611	0.2638	0.3632*	0.1902
	n	41	41	41	41
	p	0.0991	0.0956	0.0196	0.2336
Hip circ. (cm)	rho	0.3344*	0.3098*	0.4381*	0.2225
	n	41	41	41	41
	p	0.0326	0.0487	0.0042	0.1621
WHR	rho	0.3017	0.2906	0.3079	0.2810
	n	41	41	41	41
	p	0.0553	0.0653	0.0502	0.0751

Legend: BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; ESS, Epworth Sleepiness Scale; WHR, waist-to-hip ratio; AHI, apnea-hypopnea index; AH dur., duration of apnea-hypopnea events; ODI, oxygen desaturation index; ArI, arousal index; * and p $p < 0,05$.

Multivariantnou regresnou analýzou sme preukázali pozitívny vzťah u stimulačných nocí medzi AHI, trvaním AH, ODI, ArI a BMI ($p < 0,05$). Podobné výsledky sme získali, keď sme v modeli nahradili BMI obvodom bokov ($p < 0,05$).

Figure 3 Relationship between BMI and AHI during stimulation nights (EAS).

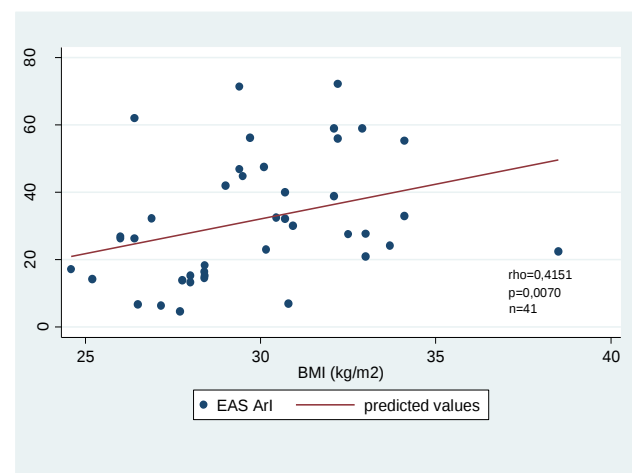
[Source: own elaboration]



Legend: BMI, body mass index; AHI, apnea-hypopnea index; ρ , Spearman's correlation coefficient.

Figure 4 Relationship between BMI and ArI during stimulation nights (EAS).

[Source: own elaboration]



Legend: BMI, body mass index; ArI, arousal index; ρ , Spearman's correlation coefficient.

Diskusia

Transkutánná aurikulárna stimulácia nervu vagus (tVNS) predstavuje moderný neinvazívny prístup v neuromodulačnej terapii, ktorý využíva anatomické prepojenie aurikulárnej vetvy nervu vagus (ABVN) s centrálnym nervovým systémom [1, 16]. V našej štúdií bol stimulačný bod lokalizovaný v oblasti *cavum conchae* na základe najnižšej impedancie, čo umožnilo cieľnú stimuláciu ABVN. Podľa viacerých experimentálnych a klinických štúdií je práve oblasť *conchae* považovaná za najvhodnejšie miesto stimulácie, keďže vedie k najvýraznejšej akti-

vácii *nucleus tractus solitarius* a ďalších štruktúr mozgového kmeňa [15, 24].

Z hľadiska klinických parametrov obštrukčného spánkového apnoe (OSA) sú významné zmeny najmä v oblasti respiračných ukazovateľov. Výsledky boli popísané aj v pilotnej štúdií Schwartz, kde invazívna hypoglossálna nervová stimulácia viedla k redukcii AHI o 55 - 65 % u pacientov s OSA [22]. Zmeny charakteru respiračných udalostí boli pozorované pri modulácii dýchania pomocou VNS v experimentálnych podmienkach [13]. V našej štúdií sme významné zmeny nezaznamenali, čo si vysvetľujeme tým, že v skupine EAS boli pacienti, ktorí reagovali aj nereagovali na stimuláciu.

Dôležitým ukazovateľom kvality spánku bol arousal index, resp. počet mikroprebudení. Po aplikácii EAS liečby nedošlo k významnému poklesu mikroprebudení. V literatúre sa však uvádza, že neuromodulačné techniky vrátane tVNS môžu ovplyvňovať centrá regulujúce spánok a viesť k zlepšeniu spánkovej architektúry bez indukcie prebúdzacích reakcií [20].

Nesignifikantné zlepšenie bolo zaznamenané aj v oblasti oxygenácie, kde došlo k poklesu desaturačného indexu (ODI) z 26,2 na 20,2. Tento nález poukazuje na redukcii hypoxických epizód počas spánku. Podobné zlepšenie saturácie kyslíkom bolo pozorované aj v štúdiách využívajúcich nervovú stimuláciu pri OSA, kde redukcia respiračných udalostí korelovala so zlepšením oxygenačných parametrov [22].

Z antropometrických parametrov bola preukázaná významná pozitívna korelácia medzi AHI a BMI ($p = 0,0022$), čo potvrdzuje vzťah medzi závažnosťou OSA a telesnou hmotnosťou. Tento vzťah bol opakovane potvrdený aj vo veľkých klinických štúdiách a napríklad v štúdií ReCharge, kde pacienti s BMI ≥ 35 podstúpili vagovú stimuláciu, sa ukázalo, že modulácia vagového nervu môže viesť aj k redukcii telesnej hmotnosti a zlepšeniu metabolických parametrov [9]. Okrem BMI sa v literatúre zdôrazňuje aj význam distribúcie telesného tuku, najmä obvodu pásu, bokov a krku. Zvýšený obvod krku je považovaný za jeden z najvýznamnejších prediktorov OSA, keďže odráža ukladanie tukového tkaniva v oblasti horných dýchacích ciest a ich následnú kolapsibilitu počas spánku. Rovnako abdominálna obezita vyjadrená obvodom pásu úzko koreluje so závažnosťou AHI a hypoxémiou počas spánku, zatiaľ čo pomer pás/boky predstavuje ukazovateľ centrálného typu obezity spojeného s vyšším rizikom OSA. Tieto poznatky boli potvrdené viacerými klinickými štúdiami, ktoré poukazujú na to, že antropometrické parametre ako obvod krku a pásu môžu byť lepšími prediktormi závažnosti OSA než samotný BMI [9]. Predpokladá sa, že zníženie počtu apnoických a hypopnoických epizód by mohlo sekundárne viesť aj k zlepšeniu týchto antropometrických ukazovateľov.

Viaceré práce poukazujú na to, že vagová stimulácia môže ovplyvňovať respiračné centrá v mozgovom kmeni a modulovať dychový drive bez významného ovplyvnenia kardiovaskulárnych parametrov [18]. V kazuistike pacienta s implantovaným VNS zariadením stimulácia viedla k cyklickým zmenám dychového objemu a výskytu hy-

popnoických epizód bez fragmentácie spánku [2]. Napriek tomu celkový efekt liečby viedol k zlepšeniu respiračných parametrov bez negatívneho vplyvu na kardiovaskulárne ukazovatele.

Výsledky naznačujú, že aurikulárna elektrická stimulácia môže viesť k zlepšeniu respiračných parametrov, redukcii AHI a zníženiu ODI, čím prispieva k celkovému zlepšeniu kvality spánku. Táto metóda sa tak javí ako potenciálna alternatíva liečby pre pacientov s OSA, čo je v súlade s rastúcim počtom štúdií podporujúcich využitie tVNS ako bezpečnej a dobre tolerovanej neuromodulačnej intervencie [20].

Literatúra

- Ben-Menachem, E., Revesz, D., Simon, B.J. et al.: Surgically implanted and non-invasive vagus nerve stimulation: a review of efficacy, safety and tolerability. *Eur J Neurol.* 22, 2015, (9):1260-268.
- Bhat, S., Lysenko, L., Neiman, E.S. et al.: Increasing off-time improves sleep-disordered breathing induced by vagal nerve stimulation. *Epileptic Disord.* 14, 2012, (4):432-37. doi: 10.1684/epd.2012.0534.
- Brown, J., Yazdi, F., Jodari-Karimi, M. et al.: Obstructive Sleep Apnea and Hypertension: Updates to a Critical Relationship. *Curre Hypertens Rep.* 24, 2022, (6):173-84. doi:10.1007/s11906-022-01181-w.
- Clancy, JA., Mary, DA., Witte, KK. et al.: Non-invasive vagus nerve stimulation in healthy humans reduces sympathetic nerve activity. *Brain Stimul.* 7, 2014, (6):871-77. doi: 10.1016/j.brs.2014.07.031.
- Demede, M., Pandey, A., Zizi, F. et al.: Resistant hypertension and obstructive sleep apnea in the primary-care setting. *Int J Hypertens.* 2011, 2011:340929. doi: 10.4061/2011/340929.
- Gerges, ANH., Williams, EER., Hillier, S. et al.: Clinical application of transcutaneous auricular vagus nerve stimulation: a scoping review. *Disabil Rehabil.* 46, 2024, (24):5730-60. doi: 10.1080/09638288.2024.2313123.
- Grešová, S., Simková, M., Štimmelová, J. et al.: Obštrukčné spánkové apnoe, obezita a architektúra. *Ateroskleróza.* 23, 2019, (3-4):1332-339.
- Grešová, S., Štimmelová, J., Petrášová, D. et al.: Overview of new treatment options for sleep-disordered breathing with a focus on obstructive sleep apnea. *Ateroskleróza.* 27, 2023, (3-4):1883-92.
- Ikramuddin, S., Blackstone, RP., Brancatisano, A. et al.: Effect of reversible intermittent intra-abdominal vagal nerve blockade on morbid obesity: the ReCharge randomized clinical trial. *Jama.* 312, 2014, (9):915-22. doi: 10.1001/jama.2014.10540.
- Javaheri, S., Barbe, F., Campos-Rodriguez, F. et al.: Sleep Apnea: Types, Mechanisms, and Clinical Cardiovascular Consequences. *J Am Coll Cardiol.* 69, 2017, (7):841-58. doi: 10.1016/j.jacc.2016.11.069.
- Johns, MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep.* 14, 1991, (6):540-5. doi: 10.1093/sleep/14.6.540.
- Malhotra, A., White, DP. Obstructive sleep apnoea. *Lancet.* 360, 2002, (9328):237-45. doi: 10.1016/S0140-6736(02)09464-3.
- Malow, BA., Edwards, J., Marzec, M. et al.: Effects of vagus nerve stimulation on respiration during sleep: a pilot study. *Neurology.* 55, 2000, (10):1450-4. doi: 10.1212/wnl.55.10.1450.
- Masa, J.F., Pépin, J.L., Borel, J.C. et al.: Obesity hypoventilation syndrome. *Eur Respir Rev.* 28, 2019, (151). doi: 10.1183/16000617.0097-2018.
- Newman, AB., Nieto, F.J., Guidry, U. et al.: Relation of sleep-disordered breathing to cardiovascular disease risk factors: the Sleep Heart Health Study. *Am J Epidemiol.* 154, 2001, (1):50-9. doi: 10.1093/aje/154.1.50.
- Nicholson, WC., Kempf, MC., Moneyham, L. et al.: The potential role of vagus-nerve stimulation in the treatment of HIV-associated depression: a review of literature. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 13, 2017, :1677-1689. doi: 10.2147/NDT.S136065.
- Paraničová, I., Joppa, P., Trojová, I. et al.: Artérová hypertenzia a syndróm obštrukčného spánkového apnoe. *Ateroskleróza.* 21, 2017, (3-4):1092-9.
- Parhizgar, F., Nugent, K., Raj, R. Obstructive sleep apnea and respiratory complications associated with vagus nerve stimulators. *J Clin Sleep Med.* 7, 2011, (4):401-7. doi: 10.5664/JCSM.1204.
- Pinto, JA., Godoy, LBM., Marquis, V. et al.: Anthropometric data as predictors of Obstructive Sleep Apnea Severity. *Braz J Otorhinolaryngol.* 77, 2011, (4):516-21. doi: 10.1590/S1808-86942011000400017.
- Redgrave, J., Day, D., Leung, H. et al.: Safety and tolerability of Transcutaneous Vagus Nerve stimulation in humans; a systematic review. *Brain Stimul.* 11, 2018, (6):1225-38. doi: 10.1016/j.brs.2018.08.010.
- Senaratna, CV., Perret, J.L., Lodge, C.J. et al.: Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: A systematic review. *Sleep Med Rev.* 34, 2017, :70-81. doi: 10.1016/j.smr.2016.07.002.
- Schwartz, AR., Bennett, ML., Smith, PL. et al.: Therapeutic electrical stimulation of the hypoglossal nerve in obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 127, 2001, (10):1216-23. doi: 10.1001/archotol.127.10.1216.
- Trojová, I., Paraničová, I., Petrášová, D. et al.: Vaskulárne poškodenie a subklinická ateroskleróza u pacientov s obštrukčným spánkovým apnoe a ich ovplyvnenie CPAP liečbou. *Ateroskleróza.* 23, 2019, (3-4):1313-23.

24. Yakunina, N., Kim, SS., Nam, EC. Optimization of Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation Using Functional MRI. *Neuromodulation*. 20, 2017, (3):290-300. doi: 10.1111/ner.12541.
25. Young, T., Peppard, PE., Gottlieb, DJ. Epidemiology of obstructive sleep apnea: a population health perspective. *Am J Respir Crit Care Med*. 165, 2002, (9):1217-39. doi: 10.1164/rccm.2109080.

EFFECTS OF AURICULAR STIMULATION ON ANTHROPOMETRIC AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN OSA

Grešová S., Novotná V., Švorc P., Donič V.

Introduction Obstructive sleep apnea (OSA) represents a complex condition associated with demographic, anthropometric, and cardiometabolic factors. Electrical auricular stimulation (EAS) is a complementary neuromodulatory approach that may influence autonomic regulation, upper airway muscle tone, and certain hemodynamic parameters. The aim of this study was to analyze changes in the interrelationships between demographic and anthropometric indicators in patients with OSA before and after auricular stimulation.

Material and Methods A total of 68 nights were included, comprising 27 diagnostic polysomnographic (PSG) examinations (serving as reference values) and 41 stimulation PSG examinations using the EAS method.

Results Using bivariate Spearman correlation analysis, we identified significant relationships among the demographic and anthropometric parameters within the cohort. These findings suggest that EAS treatment, by reducing the number and duration of apnea–hypopnea episodes, decreasing the desaturation index, and lowering arousal responses, could lead to a reduction in body mass index and anthropometric parameters (waist and hip circumference).

Conclusion The results indicate the potential of auricular stimulation as a complementary intervention in the management of OSA; however, larger-scale clinical studies are needed.

Key words: OSA, auricular stimulation, anthropometry, BMI, neck circumference

<https://doi.org/10.33542/ATE2026-12-1>

Žiadny z autorov nemá potencionálny konflikt záujmov.

doc. RNDr. Soňa Grešová, PhD.
Ústav lekárskej fyziológie, UPJŠ LF
Trieda SNP č.1, 040 66 Košice
E-mail: sona.gresova@upjs.sk