

网络出版时间: 2025-03-17 10:07:00 网络出版地址: <https://link.cnki.net/urlid/34.1065.R.20250314.1614.015>

◇预防医学研究◇

不同睡眠期阻塞性睡眠呼吸暂停患者的 夜间血压变化及影响因素研究

舒茂莎^{1,2}, 张晓晴^{1,2}¹ 四川大学华西公共卫生学院/四川大学华西第四医院, 成都 610041;² 华西第四医院耳鼻喉科睡眠呼吸疾病诊治中心, 成都 610041)

摘要 目的 观察阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)患者快速眼动(REM)、非快速眼动(NREM)睡眠期血压变化的特征,分析不同睡眠期阻塞性呼吸事件对血压的影响。方法 采用横断面研究的方法,选取确诊为OSA的患者1219例,对患者REM、NREM睡眠期的阻塞性呼吸事件和血压进行监测,分析OSA患者在不同睡眠期血压波动的特点以及阻塞性呼吸事件对血压波动的影响。结果 随着OSA病情的加重,患者不同睡眠期的SBP、DBP均呈现上升趋势。SBP、DBP、平均呼吸暂停时间(MAT)、平均低通气时间(MHT)、最低血氧饱和度(LSpO₂)、氧减指数(ODI)指标在不同睡眠期的差异有统计学意义($P < 0.05$)。经多元线性回归分析,REM睡眠期的SBP与LSpO₂、呼吸暂停低通气指数(AHI)呈负相关($P < 0.05$),与ODI呈正相关($P < 0.05$);DBP与LSpO₂、AHI、MHT呈负相关($P < 0.05$),与ODI呈正相关($P < 0.05$)。NREM睡眠期的SBP、DBP与LSpO₂呈负相关($P < 0.05$)。结论 随OSA病情的加重,患者不同睡眠期的血压值随之升高,OSA患者REM睡眠期的血压水平高于NREM睡眠期,LSpO₂与患者不同睡眠期间的血压变化密切相关,AHI、ODI、MHT与患者REM睡眠期的血压变化密切相关。

关键词 REM OSA; non-REM OSA; 高血压; 平均低通气时间; 最低血氧饱和度; 氧减指数

中图分类号 R 766

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2025)03-0502-05

doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2025.03.016

阻塞性睡眠呼吸暂停(obstructive sleep apnea, OSA)是一种以打鼾、间歇性低氧血症和由完全或部分上气道塌陷反复发作引起的以觉醒为特征的全身性疾病^[1]。慢性间歇性缺氧(chronic intermittent hypoxia, CIH)是OSA的主要病理特征,不仅会诱发机体出现焦虑和抑郁等神经精神症状^[2],还会造成多器官多系统的损伤,其中以与心血管疾病关系尤为密切^[3]。低氧血症、睡眠剥夺导致交感神经激活是OSA患者夜间血压升高的主要机制^[4]。除此以外,睡眠阶段也可能会影响血压变化,与非快速眼动(non rapid eye movement, NREM)睡眠期相比,快速眼动(rapid eye movement, REM)睡眠期与健康者和OSA患者的交感神经激活和心血管不稳定性有关^[5]。因此,发生在REM睡眠期间的OSA患者夜间血压水平可能高于NREM睡眠期间的OSA患者。

人们对OSA相关夜间血压升高关注度偏低,特

别是在评估REM和NREM睡眠期阻塞性呼吸事件对血压变化的影响方面缺乏可靠的证据。该文通过观察OSA对REM和NREM睡眠期血压的影响,分析引起REM和NREM睡眠期阻塞性呼吸事件血压变化的影响因素,为OSA患者提供早期干预措施。

1 材料与方法

1.1 病例资料 本文采用横断面研究设计,收集2021年4月—2023年7月期间因“睡觉打鼾、憋气”等原因到四川大学华西第四医院耳鼻喉科就诊,诊断为OSA且满足纳入排除标准的1219例患者的病例资料进行回顾性分析。根据不同睡眠阶段,将每个患者整夜睡眠的血压以及阻塞性呼吸事件分为REM睡眠期和NREM睡眠期两组进行比较分析。本次研究获四川大学华西第四医院医学伦理委员会批准(批件号:HXSJ-EC-2021022),患者入组前均完善知情同意。

纳入标准: ①通过金标准PSG检查确诊为OSA患者;②基本信息完整;③年龄在18~60岁。排除标准:①患有心率失常、充血性心率衰竭等可能会影响心电图(electrocardiogram, ECG)和记录脉搏波

2024-06-14 接收

基金项目:四川省科技计划项目(编号:2021YFH0165)

作者简介:舒茂莎,女,硕士研究生;

张晓晴,女,教授,博士生导师,通信作者,E-mail: zxq0529

@163.com

信号,从而阻碍准确检测血压值的疾病;②患者本身存在严重失眠等影响睡眠状态的其他疾病;③患者正在进行呼吸机治疗或以往接受过鼾症手术者;④REM睡眠期持续时间不足20 min的患者。

1.2 方法

1.2.1 样本量计算 根据横断面研究样本量计算公式^[6] $n = [Z_{\alpha/2}^2 pq] / \delta p$ 为疾病估计率; $q = 1 - p$; $\alpha = 0.05$; δ 为容许误差 $\delta = 0.1p$ 。据文献^[7]调查,中国人群OSA患病率约25%,代入公式计算出最低样本量为1200例,研究最终共纳入1219例,满足本研究样本量需求。

1.2.2 多导睡眠监测 采用多导睡眠监测仪对研究对象进行整夜7 h以上的睡眠监测,该仪器主要记录患者打鼾、呼吸暂停相关情况。主要观察呼吸暂停低通气指数(apnea-hypopnea index, AHI)、氧减指数(oxygen desaturation index, ODI)、最低血氧饱和度(lowest pulse oxygen saturation, LSpO₂)、平均呼吸暂停时间(mean apnea time, MAT)、平均低通气时间(mean hypoventilation time, MHT)、以及患者在不同睡眠期的阻塞性呼吸事件指标。

参考《成人阻塞性睡眠呼吸暂停多学科诊疗指南》^[8],OSA严重程度分为3个等级:轻度(5次/h ≤ AHI ≤ 15次/h)、中度(15次/h < AHI ≤ 30次/h)和重度(AHI > 30次/h)。

1.2.3 夜间动态血压监测 所有研究对象均使用多导睡眠监测仪上新的功能组件——SOMNO-screen™装置监测夜间血压。其原理是用电极片采集心电图和脉搏波,计算机软件计算出脉搏传导时间(pulse trait time, PTT)和脉搏波传导速度(pulse wave velocity, PWV),通过运算程序转换为血压值。研究^[9]证实,该设备计算出的血压与有创方法测得的血压相比,误差极小,两者相关性很高,能够较真实反映出患者的血压水平。主要观察研究对象在整夜睡眠状态下的平均血压水平以及不同睡眠期的血压水平。

1.3 统计学处理 数据分析采用SPSS 25.0软件。本研究对象的信息如年龄、血压水平、阻塞性呼吸事件指标均属于连续性变量,采用 $\bar{x} \pm s$ 对变量进行描述。对两组的阻塞性呼吸事件、血压水平的比较使用独立样本 t 检验,不同睡眠期的血压水平和阻塞性呼吸事件的相关性分析使用Pearson相关,并将具有显著相关性的阻塞性呼吸事件指标纳入多元线性回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 OSA患者的一般信息和多导睡眠监测结果

该研究包括1219例OSA患者,其中轻中度组(5次/h ≤ AHI ≤ 30次/h)494例,年龄为18~64(40.81 ± 10.64)岁;重度组(AHI > 30次/h)725例,年龄为22~65(42.95 ± 9.64)岁。年龄、BMI、AHI、夜间血压波动指数(nocturnal blood pressure fluctuation, NBPF)、ODI、LSpO₂、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、MHT、MAT指标在轻中度组和重度组间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

表1 OSA患者的一般信息及多导睡眠监测结果

Tab. 1 Baseline information and polysomnography findings in patients with OSA

Index	Mild and Moderate	Severe	t	P value
	OSA ($n = 494$)	OSA ($n = 725$)		
Age(years)	40.81 ± 10.64	42.95 ± 9.64	-3.581	<0.001
BMI(kg/m ²)	24.56 ± 2.94	27.89 ± 8.42	-8.446	<0.001
AHI(events/h)	15.39 ± 7.35	60.02 ± 18.24	-59.207	<0.001
AHI-REM	21.21 ± 13.57	55.88 ± 17.42	-38.978	<0.001
AHI-NREM	13.96 ± 7.95	60.67 ± 19.75	-57.221	<0.001
NBPF(events/h)	11.78 ± 16.22	41.59 ± 32.56	-21.108	<0.001
ODI(events/h)	14.65 ± 7.81	59.80 ± 18.67	-58.075	<0.001
REM-ODI	20.15 ± 13.88	56.94 ± 18.40	-39.748	<0.001
NREM-ODI	13.31 ± 8.28	60.23 ± 19.99	-56.492	<0.001
LSpO ₂ (%)	85.75 ± 5.00	71.51 ± 10.33	32.031	<0.001
REM-LSpO ₂ (%)	87.21 ± 5.26	72.44 ± 11.05	31.192	<0.001
NREM-LSpO ₂ (%)	87.29 ± 4.24	75.82 ± 8.61	30.786	<0.001
SBP(mmHg)	111.84 ± 15.34	120.67 ± 18.77	-9.010	<0.05
REM-SBP	113.50 ± 16.20	125.94 ± 21.28	-11.576	<0.001
NREM-SBP	111.38 ± 15.24	119.44 ± 18.57	-8.288	<0.001
DBP(mmHg)	75.77 ± 11.40	81.03 ± 12.15	-7.608	<0.001
REM-DBP	75.97 ± 11.59	82.58 ± 12.57	-9.294	<0.001
NREM-DBP	75.31 ± 11.43	80.39 ± 12.24	-7.297	<0.001
MHT(s)	22.69 ± 3.67	22.00 ± 4.86	2.843	<0.05
REM-MHT	21.33 ± 6.68	17.39 ± 10.99	7.777	<0.001
NREM-MHT	22.66 ± 4.05	22.00 ± 5.25	2.486	<0.05
MAT(s)	21.60 ± 5.37	27.53 ± 6.87	-16.863	<0.001
REM-MAT	21.03 ± 7.70	33.41 ± 11.19	-22.898	<0.001
NREM-MAT	21.03 ± 5.55	26.25 ± 6.51	-15.018	<0.001

2.2 REM与NREM睡眠期阻塞性呼吸事件血压变化的比较 进一步比较REM、NREM睡眠期血压变化和阻塞性呼吸事件差异。SBP、DBP、MAT、MHT、LSpO₂指标在不同睡眠期的差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表2。

2.3 REM与NREM睡眠期阻塞性呼吸事件与血

表2 REM 与 NREM 睡眠期阻塞性呼吸事件血压的比较

Tab. 2 Comparison of obstructive respiratory events and blood pressure during REM and NREM sleep

Index	REM	NREM	t	P value
AHI(events/h)	41.83 ± 23.34	41.74 ± 27.99	0.084	0.933
SBP(mmHg)	120.90 ± 20.31	116.18 ± 17.74	6.115	<0.001
DBP(mmHg)	79.90 ± 12.60	78.33 ± 12.17	3.126	0.002
MAT(s)	28.39 ± 11.64	24.13 ± 6.65	11.105	<0.001
MHT(s)	18.98 ± 9.67	22.27 ± 4.81	-10.614	<0.001
LSpO ₂ (%)	78.43 ± 11.68	80.47 ± 9.11	-4.809	<0.001
ODI(events/h)	42.03 ± 24.61	41.22 ± 28.22	0.761	0.447

压变化的相关性 偏相关分析显示,在 REM 睡眠期患者 SBP 和 DBP 分别与 AHI、MAT、ODI 呈正相关 ($P < 0.05$),与 MHT、LSpO₂ 呈负相关 ($P < 0.05$);在 NREM 睡眠期,患者 SBP 和 DBP 分别与 AHI、MAT、ODI 呈正相关 ($P < 0.05$),SBP 与 MHT、LSpO₂ 呈负相关 ($P < 0.05$),DBP 与 LSpO₂ 呈负相关 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 多元线性逐步回归分析 结合相关性分析的结果,以 AHI、MAT、MHT、LSpO₂、ODI 为自变量,以 SBP、DBP 为因变量,纳入多元线性回归模型。结果显示,REM 睡眠期的 SBP 与 LSpO₂、AHI 呈负相关 ($\beta = -0.366, P < 0.001; \beta = -0.209, P = 0.049$),与 ODI 呈正相关 ($\beta = 0.317, P = 0.005$),DBP 与 LS-

pO₂、AHI、MHT 呈负相关 ($\beta = -0.336, P < 0.001; \beta = -0.347, P = 0.002; \beta = -0.059, P = 0.031$),与 ODI 呈正相关 ($\beta = 0.478, P < 0.001$)。NREM 睡眠期的 SBP、DBP 与 LSpO₂ 独立相关 ($\beta = -0.203, P < 0.001; \beta = -0.137, P = 0.002$)。见表 4。

3 讨论

根据《睡眠呼吸暂停与心血管疾病科学声明》中的研究结果^[10],在 OSA 患者中,约 50% 的患者患有高血压,而在高血压患者中,约有 30% 的患者饱受 OSA 的困扰。OSA 与高血压关系密切,因此关注 OSA 患者夜间血压变化,不仅有助于更好地了解 OSA 患者高血压的病理生理学,还能早期预防和治疗这类高危人群高血压的发生。

OSA 患者由于阻塞性呼吸事件引起的低氧血症和睡眠结构破坏,其夜间血压值表现为“不降反升”的特点,失去了正常人“勺”状血压变化规律^[11]。并且随着 OSA 的加重,患者的阻塞性呼吸事件、夜间血压升高也更严重^[12]。本研究中 OSA 患者病情的严重程度与阻塞性呼吸事件、夜间血压变化存在相似关系,与轻中度患者相比,重度 OSA 患者阻塞性呼吸事件(如 MAT、LSpO₂、ODI)更严重,其夜间 SBP、DBP、NBPF 也更高。

表3 REM 与 NREM 睡眠期阻塞性呼吸事件与血压的相关性

Tab. 3 Correlation between obstructive respiratory events and blood pressure during REM and NREM sleep

Index	REM				NREM			
	SBP		DBP		SBP		DBP	
	r	P value						
AHI(events/h)	0.335	<0.001	0.286	<0.001	0.266	<0.001	0.245	<0.001
MAT(s)	0.286	<0.001	0.260	<0.001	0.097	0.001	0.094	0.001
MHT(s)	-0.110	<0.001	-0.138	<0.001	-0.061	0.034	-0.007	0.794
LSpO ₂ (%)	-0.426	<0.001	-0.349	<0.001	-0.286	<0.001	-0.242	<0.001
ODI(events/h)	0.367	<0.001	0.321	<0.001	0.274	<0.001	0.253	<0.001

表4 REM 与 NREM 睡眠期阻塞性呼吸事件与血压间的多元线性逐步回归分析

Tab. 4 Multiple Linear Regression between obstructive respiratory events and blood pressure during REM and NREM sleep

Groups	Dependent variable	Independent variable	Unnormalized coefficient	95% CI	Normalized coefficient	t	P value
		AHI	-0.182	-0.363 - -0.001	-0.209	-1.975	0.049
		ODI	0.261	-0.078 - -0.445	0.317	2.794	0.005
	DBP	LSpO ₂	-0.377	-0.333 - -0.119	-0.336	-6.524	<0.001
		AHI	-0.187	-0.303 - -0.071	-0.347	-3.172	0.002
		ODI	0.245	0.127 - 0.362	0.478	4.087	<0.001
		MHT	-0.077	-0.148 - -0.007	-0.059	-2.160	0.031
NREM	SBP	LSpO ₂	-0.395	-0.563 - -0.228	-0.203	-4.625	<0.001
	DBP	LSpO ₂	-0.183	-0.299 - -0.066	-0.137	-3.083	0.002

睡眠阶段也可能影响 OSA 患者的血压。在健康成年人中,REM 睡眠约占整夜总睡眠时间的四分之一,与 NREM 睡眠期相比,REM 睡眠期更容易发生上气道的塌陷,从而导致 REM 睡眠期中阻塞性呼吸事件的持续时间更长^[13]。并且在正常人群中,REM 睡眠期与交感神经激活增加和迷走神经张力降低有关,这些因素均可导致 REM 睡眠期的平均血压更高^[14]。本研究将 OSA 患者 REM 睡眠期与 NREM 睡眠期的阻塞性呼吸事件与血压进行比较,显示 OSA 患者 REM 睡眠期的血压水平高于 NREM 睡眠期,REM 睡眠期的 MAT、AHI、ODI 也更高。并且多元线性回归结果显示,LSpO₂ 下降与 OSA 患者不同睡眠期间血压升高有关。这与一项关于缺氧对 OSA 患者血压影响的研究结果一致,成人 OSA 患者在 REM 睡眠期间血压升高与 REM 睡眠期更长的阻塞事件持续时间和更大的氧饱和度下降相关^[15]。关于血压与阻塞性呼吸事件持续时间之间关系的合理解释是,随着阻塞性呼吸事件持续时间越长,高碳酸血症和低氧血症越严重,高碳酸血症和低氧血症协同作用会增加交感神经活动^[16],从而导致 OSA 患者出现血压增高的现象。

除此以外,本研究还观察到 REM 睡眠期 SBP 升高与 AHI 的下降有关,REM 睡眠期 DBP 升高与 ODI 上升、MHT 下降有关。该结论与上述关于阻塞性呼吸事件次数和持续时间(AHI、MHT)与血压变化的研究^[15]有所冲突,这可能与阻塞性呼吸事件发作期和发作后期血压变化差异有关系。有研究^[17]报道了呼吸暂停发作期间血压的总体变化,发现呼吸暂停期间血压逐渐升高,然后在呼吸暂停终止后迅速降至基线以下。因此,需要进一步研究以确定不同睡眠期阻塞性呼吸事件发作期和发作后期血压变化差异。

本研究存在的优势是考虑了阻塞性呼吸事件的持续时间和不同睡眠阶段阻塞性呼吸事件对夜间血压变化的影响。同时本研究也存在一些局限性,首先没有纳入健康人群作为对照组,为了更好地了解 OSA 人群与健康人群的夜间血压变化的差异,未来研究应该包括无 OSA 人群;其次,没有考虑到高血压病史是否会引起 OSA 患者血压波动,未来研究需要关注这一特殊人群;最后,需要更大样本量的研究以便于更好地检测血压差异。

参考文献

[1] Lévy P, Kohler M, McNicholas W T, et al. Correction: obstructive

sleep apnoea syndrome [J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2015, 1(1): 15024. doi: 10.1038/nrdp.2015.24.

- [2] 赵振涛,程玉洁,梅金玉,等. 慢性间歇性缺氧调控 mTOR-自噬信号致小鼠焦虑和抑郁样行为机制研究[J]. *安徽医科大学学报*, 2022, 57(9): 1413-8. doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.09.014.
- [2] Zhao Z T, Cheng Y J, Mei J Y, et al. Chronic intermittent hypoxia leads to depressive and anxiety-like behaviors in mice *via* regulating mTOR-autophagy signaling [J]. *Acta Univ Med Anhui*, 2022, 57(9): 1413-8. doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.09.014.
- [3] Acosta-Castro P, Hirotsu C, Marti-Soler H, et al. REM-associated sleep apnoea: prevalence and clinical significance in the HypnoLaus cohort [J]. *Eur Respir J*, 2018, 52(2): 1702484. doi: 10.1183/13993003.02484-2017.
- [4] Hla K M, Young T, Finn L, et al. Longitudinal association of sleep-disordered breathing and nondipping of nocturnal blood pressure in the Wisconsin Sleep Cohort Study [J]. *Sleep*, 2008, 31(6): 795-800. doi: 10.1093/sleep/31.6.795.
- [5] Somers V K, Dyken M E, Clary M P, et al. Sympathetic neural mechanisms in obstructive sleep apnea [J]. *J Clin Invest*, 1995, 96(4): 1897-904. doi: 10.1172/JCI118235.
- [6] 黄悦勤. 医学科研中随机误差控制和样本量确定[J]. *中国心理卫生杂志*, 2015, 29(11): 874-80. doi: 10.3969/j.issn.1000-6729.2015.11.014.
- [6] Huang Y Q. Random error control and sample size determination in medical scientific research [J]. *Chin Ment Health J*, 2015, 29(11): 874-80. doi: 10.3969/j.issn.1000-6729.2015.11.014.
- [7] Benjafield A V, Ayas N T, Eastwood P R, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis [J]. *Lancet Respir Med*, 2019, 7(8): 687-98. doi: 10.1016/S2213-2600(19)30198-5.
- [8] 中国医师协会睡眠医学专业委员会. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停多学科诊疗指南[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(24): 1902-14. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.24.003.
- [8] Sleep Medicine Committee of Chinese Medical Doctor Association. Guidelines for multidisciplinary diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea in adults [J]. *Chin Med J*, 2018, 98(24): 1902-14. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.24.003.
- [9] 中国高血压联盟《动态血压监测指南》委员会. 2020 中国动态血压监测指南 [J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(4): 313-28. doi: 10.3969/j.issn.1000-3614.2021.04.001.
- [9] Writing Group of the Chinese Hypertension League Guidelines on Ambulatory Blood Pressure Monitoring. 2020 Chinese hypertension league guidelines on ambulatory blood pressure monitoring [J]. *Chin Circ J*, 2021, 36(4): 313-28. doi: 10.3969/j.issn.1000-3614.2021.04.001.
- [10] Somers V K, White D P, Amin R, et al. Sleep apnea and cardiovascular disease: an American heart association/American college of cardiology foundation scientific statement from the American heart association council for high blood pressure research professional education committee, council on clinical cardiology, stroke council, and council on cardiovascular nursing [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 52(8): 686-717. doi: 10.1016/j.jacc.2008.05.002.

- [11] 应丽娟,梁敏烈. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征对高血压患者心脏自主神经功能的影响[J]. 中国临床研究, 2018, 31(12): 1648 – 51. doi: 10. 13429/j. cnki. cjr. 2018. 12. 013.
- [11] Ying L J, Liang M L. Impact of obstructive sleep apnea hypopnea syndrome on cardiac autonomic nerve functions of essential hypertension patients[J]. *Chin J Clin Res*, 2018, 31(12): 1648 – 51. doi: 10. 13429/j. cnki. cjr. 2018. 12. 013.
- [12] 舒 兰,卢 雨,李小英,等. 阻塞性睡眠呼吸暂停患者夜间血压变化及影响因素研究[J]. 现代预防医学, 2022, 49(24): 4529 – 32, 4555. doi: 10. 20043/j. cnki. MPM. 202207293.
- [12] Shu L, Lu Y, Li X Y, et al. Analysis of nocturnal blood pressure changes and influencing factors in patients with obstructive sleep apnea[J]. *Mod Prev Med*, 2022, 49(24): 4529 – 32, 4555. doi: 10. 20043/j. cnki. MPM. 202207293.
- [13] Bonsignore M R, Mazza E, Baiamonte P, et al. REM sleep obstructive sleep apnoea [J]. *Eur Respir Rev*, 2024, 33(171): 230166. doi: 10. 1183/16000617. 0166 – 2023.
- [14] Peppard P E, Ward N R, Morrell M J. The impact of obesity on oxygen desaturation during sleep-disordered breathing [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2009, 180(8): 788 – 93. doi: 10. 1164/rccm. 200905 – 0773OC.
- [15] Okabe S, Hida W, Kikuchi Y, et al. Role of hypoxia on increased blood pressure in patients with obstructive sleep apnoea [J]. *Thorax*, 1995, 50(1): 28 – 34. doi: 10. 1136/thx. 50. 1. 28.
- [16] Jacob D W, Ott E P, Baker S E, et al. Sex differences in integrated neurocardiovascular control of blood pressure following acute intermittent hypercapnic hypoxia [J]. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2020, 319(6): R626 – 36. doi: 10. 1152/ajp-regu. 00191. 2020.
- [17] Kulkas A, Tiihonen P, Eskola K, et al. Novel parameters for evaluating severity of sleep disordered breathing and for supporting diagnosis of sleep apnea-hypopnea syndrome [J]. *J Med Eng Technol*, 2013, 37(2): 135 – 43. doi: 10. 3109/03091902. 2012. 754509.

Analysis of nocturnal blood pressure changes and influencing factors in patients with obstructive sleep apnea during different sleep periods

Shu Maosha^{1, 2}, Zhang Xiaoqing^{1, 2}

(¹West China School of Public Health and West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041;

²Dept of Otorhinolaryngology, West China Fourth Hospital, Chengdu 610041)

Abstract Objective To monitor changes in blood pressure during rapid eye movement (REM) and non-REM (NREM) sleep in patients with obstructive sleep apnea (OSA), and to analyze the effect of obstructive respiratory events on blood pressure during different sleep stages. **Methods** A cross-sectional trial was adopted on 1 219 patients diagnosed with OSA. The obstructive respiratory events and blood pressure of patients during REM and NREM sleep were monitored. Additionally, the symptoms of blood pressure fluctuations in OSA patients during different sleep periods and the effects of obstructive respiratory events on blood pressure fluctuations were analyzed. **Results** SBP and DBP during REM and NREM sleep both tended to rise as OSA worsened. The differences in SBP, DBP, mean apnea time (MAT), mean hypoventilation time (MHT), lowest oxygen saturation (LSpO₂), and oxygen desaturation index (ODI) in different sleep periods were statistically significant ($P < 0.05$). Multiple linear regression analysis revealed that SBP during REM sleep was negatively correlated with LSpO₂ and the apnea-hypopnea index (AHI) ($P < 0.05$), but positively correlated with ODI ($P < 0.05$). DBP during REM sleep was negatively correlated with LSpO₂, AHI, and MHT ($P < 0.05$), but positively correlated with ODI ($P < 0.05$); SBP and DBP during NREM sleep were negatively correlated with LSpO₂ ($P < 0.05$). **Conclusion** As the severity of OSA increases, the blood pressure values during different sleep periods rise accordingly. The blood pressure levels during REM sleep in OSA patients are higher than those during NREM sleep. LSpO₂ is an important factor causing blood pressure changes in different sleep periods. AHI, ODI, and MHT are important factors causing blood pressure changes during REM sleep.

Key words REM obstructive sleep apnea; non-REM obstructive sleep apnea; hypertension; mean hypoventilation time; lowest oxygen saturation; oxygen desaturation index

Fund program Scientific and Technological Project of Sichuan Province(No. 2021YFH0165)

Corresponding author Zhang Xiaoqing, E-mail: zqx0529@163.com