

· 论著 · 睡眠呼吸疾病研究 ·

阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者 昼夜心室复极参数变化研究



扫描二维码
查看原文

杨贝贝, 蒋军广*, 史江, 张杨

【摘要】 背景 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)是一种常见的睡眠呼吸疾病,越来越多的研究表明 OSAHS 与心血管疾病具有显著相关性,是心律失常、高血压、冠心病等心血管疾病的独立危险因素,但其具体机制仍未完全阐明。相关证据表明, Tp-e 间期、QT 间期和 Tp-e/QT 等心室复极参数可能与心律失常甚至心源性猝死有关。然而截止到目前,对 OSAHS 相关心律失常及心电参数变化的研究相对较少。**目的** 研究 OSAHS 患者昼夜心室复极参数变化。**方法** 选取 2020 年 6 月至 2021 年 7 月在郑州大学第一附属医院接受多导睡眠监测、符合纳入及排除标准的 OSAHS 患者 159 例,并根据疾病的严重程度进一步分为轻-中度 OSAHS 组(78 例)与重度 OSAHS 组(81 例);选取 51 例未患疾病的健康者为对照组。测量并计算所有参与者的日间和夜间 Tp-e 间期、QT 间期、Tp-e/QT。**结果** 对照组与轻-中度 OSAHS 组、重度 OSAHS 组之间的日间 Tp-e 间期、夜间 Tp-e 间期、日间 Tp-e/QT、夜间 Tp-e/QT 比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。日间 Tp-e 间期、夜间 Tp-e 间期、日间 Tp-e/QT、夜间 Tp-e/QT 在三组间有逐渐延长的趋势($P<0.05$);三组日间及夜间 QT 间期比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。OSAHS 患者日间静息状态及夜间阻塞性呼吸暂停期的 Tp-e 间期、QT 间期、Tp-e/QT 比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);夜间阻塞性呼吸暂停期的 Tp-e 间期、QT 间期、Tp-e/QT 均较日间静息状态有所延长,差异有统计学意义($P<0.05$)。OSAHS 患者夜间 Tp-e 间期($r_s=0.221, P=0.005$)、夜间 Tp-e/QT($r_s=0.298, P<0.001$)均与 AHI 呈正相关。**结论** OSAHS 患者夜间阻塞性呼吸暂停期心室复极参数较日间静息状态下延长,昼夜变化显著,为今后 OSAHS 合并心律失常的研究提供了新的思路。

【关键词】 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征; Tp-e 间期; QT 间期; Tp-e/QT; 心室复极参数

【中图分类号】 R 563 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.406

杨贝贝, 蒋军广, 史江, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者昼夜心室复极参数变化研究[J]. 中国全科医学, 2022, 25(2): 175-179. [www.chinagp.net]

YANG B B, JIANG J G, SHI J, et al. A study on the diurnal variation of ventricular repolarization parameters in patients with obstructive sleep apnea [J]. Chinese General Practice, 2022, 25(2): 175-179.

A Study on the Diurnal Variation of Ventricular Repolarization Parameters in Patients with Obstructive Sleep Apnea

YANG Beibei, JIANG Junguang*, SHI Jiang, ZHANG Yang

Department of Geriatric Respiratory Sleep, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China

*Corresponding author: JIANG Junguang, Chief physician, Professor; E-mail: jjg88@sina.com

【Abstract】 **Background** Obstructive sleep apnea hypopnea syndrome (OSAHS) is a common sleep breathing disorder. More and more studies have shown that OSAHS has a significant correlation with cardiovascular disease. It is an independent risk factor for arrhythmia, hypertension, coronary heart disease and other cardiovascular diseases, but the specific mechanism is still not completely clear. Relevant evidence indicates that ventricular repolarization parameters such as Tp-e interval, QT interval and Tp-e/QT ratio may be related to arrhythmia and even sudden cardiac death. However, up to now, there are relatively few studies on OSAHS-related arrhythmias and changes in cardiac electrical parameters. **Objective** To study the diurnal variation of ventricular repolarization parameters in patients with obstructive sleep apnea. **Method** A total of 159 OSAHS patients who met the inclusion criteria and received polysomnography monitoring in the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University from June 2020 to July 2021 were selected as the observation group, further divided into mild-moderate OSAHS group ($n=78$) and severe OSAHS group ($n=81$) according to the severity. Fifty-one healthy people without disease were selected

基金项目: 国家卫生和计划生育委员会临床重点专科建设项目(国卫办医函〔2013〕544号)
450000 河南省郑州市, 郑州大学第一附属医院老年呼吸睡眠科

*通信作者: 蒋军广, 主任医师, 教授; E-mail: jjg88@sina.com

本文数字出版日期: 2021-12-02

as the control group. Daytime and nocturnal Tp-e interval, QT interval, Tp-e/QT ratio were measured and calculated for all participants. **Results** There were significant differences in daytime Tp-e interval, nocturnal Tp-e interval, daytime Tp-e/QT ratio, nocturnal Tp-e/QT ratio among the control group, the mild-moderate OSAHS group and the severe OSAHS group ($P<0.001$). In addition, the daytime Tp-e interval, nocturnal Tp-e interval, daytime Tp-e/QT ratio and nocturnal Tp-e/QT ratio have a gradually increasing trend among the three groups ($P<0.05$). There were no significant differences in daytime QT interval and nocturnal QT interval among the three groups ($P>0.05$). Tp-e interval, QT interval, Tp-e/QT ratios in the observation group were statistically different between daytime resting state and nocturnal obstructive state ($P<0.05$); The Tp-e interval, QT interval, and Tp-e/QT ratio in nocturnal obstructive state were significantly longer than those in daytime resting state ($P<0.05$). The nocturnal Tp-e interval ($r_s=0.221, P=0.005$) and nocturnal Tp-e/QT ($r_s=0.298, P<0.001$) of OSAHS patients were positively correlated with AHI. **Conclusion** Ventricular repolarization parameters in OSAHS patients during nocturnal obstructive apnea are longer than those in daytime resting state, and the diurnal variation is significant, which provides a new idea for the future study of OSAHS with arrhythmia.

【Key words】 Obstructive sleep apnea hypopnea syndrome; Tp-e interval; QT interval; Tp-e/QT ratio; Ventricular repolarization parameters

阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征 (OSAHS) 是常见的睡眠障碍疾病, 据估计, 9%~38% 的人患有 OSAHS, 尤其是男性、老年人、超重或肥胖人群^[1]。OSAHS 的上气道反复、部分或完全关闭等疾病特征, 能导致患者呼吸暂停、浅呼吸或呼吸相关唤醒^[2-3]。OSAHS 也与心血管疾病风险增加有关, 相关疾病包括高血压、冠状动脉疾病、心力衰竭和心律失常, 多数患者还患有其他心血管疾病^[4-5]。相关研究表明, OSAHS 能引起室性心律失常甚至心源性猝死 (SCD)^[6], 部分可能是 OSAHS 患者潜在的心室复极变化介导造成^[7], 但具体机制尚不清楚。既往关于 OSAHS 患者心电参数变化的研究相对较少, 且多聚焦于日间变化, 无夜间阻塞性呼吸暂停期对比, 样本量较小, 临床意义有限。QT 间期、校正 QT 间期、QT 离散度和跨壁复极离散度是可用于评价心室复极的参数, 心电图上 T 波峰值到结束的时间间隔即 Tp-e 间期是心室复极跨壁离散度的指标^[8], Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 是代表心室致心律失常电位的心电图指标^[9]。本研究旨在通过 Tp-e 间期、QT 间期、Tp-e/QT 来评估 OSAHS 患者的心室复极状态及其昼夜变化。

1 资料与方法

1.1 纳入、排除标准 纳入标准: (1) ≥ 18 岁, 未接受 OSAHS 相关治疗; (2) 符合依据中华医学会呼吸病学分会制定的《阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊疗指南 (2011 年修订版)》^[10] (以下简称 2011 修订版指南) 诊断标准, 即每夜 7 h 睡眠过程中睡眠呼吸暂停及低通气反复发作 30 次以上或呼吸暂停低通气指数 (AHI) ≥ 5 次/h; (3) 基线数据、多导睡眠监测 (PSG) 相关参数、心电图相关参数完整可获取。排除标准: (1) 合并严重冠状动脉疾病、心房颤动、中重度心脏瓣膜病、心肌病; (2) 接受临时或永久起搏器植入; (3) 合并严重肺部疾病; (4) 电解质紊乱; (5) 服用抗精神病

关于本研究您可以了解:

(1) 目前国内外关于阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征 (OSAHS) 与心血管疾病之间联系的相关研究大部分为基础研究, 主要包括 OSAHS 可引起心脏结构变化、血管内皮功能障碍、自主神经功能紊乱、胸腔负压增加等方面, 临床研究较少。本研究利用心电图及多导睡眠监测分析 OSAHS 患者心电参数变化。心电图作为临床工作中普及率高、可行度高、易操作的检查, 为后续研究提供了新思路。

(2) 本研究对 OSAHS 患者日间静息状态及夜间阻塞性呼吸暂停期的心室复极参数均进行了分析比较, 不仅证实了 OSAHS 患者心室复极紊乱及夜间心源性猝死高风险的存在, 也表明了夜间阻塞性呼吸暂停期相较日间静息状态的心室复极参数对于研究 OSAHS 相关室性心律失常更具代表意义。这为今后的研究提供了相对可靠的理论基础。

(3) 本研究为临床医生及早发现 OSAHS 相关心律失常和不良心血管事件起到了警醒作用。

药、抗心律失常药或 β -受体阻滞剂。本研究经郑州大学第一附属医院伦理委员会批准, 所有参与者对本研究均知情同意。

1.2 一般资料 选取 2020 年 6 月至 2021 年 7 月因睡眠障碍在郑州大学第一附属医院接受 PSG 并符合纳入、排除标准的 OSAHS 患者 159 例, 男 138 例, 女 21 例。根据患者病情严重程度进一步分为轻-中度 OSAHS 组与重度 OSAHS 组。选取 51 例未患疾病的健康人为对照组, 男 34 例, 女 17 例。依据 2011 修订版指南, OSAHS 可分为轻度 ($5 \text{ 次/h} \leq \text{AHI} \leq 15 \text{ 次/h}$)、中度 ($15 \text{ 次/h} < \text{AHI} \leq 30 \text{ 次/h}$)、重度 ($\text{AHI} > 30 \text{ 次/h}$)。本研究中, 轻-中度 OSAHS 组: $5 \text{ 次/h} \leq \text{AHI} \leq 30 \text{ 次/h}$ ($n=78$), 重度 OSAHS 组: $\text{AHI} > 30 \text{ 次/h}$ ($n=81$)。

1.3 研究方法

1.3.1 临床资料收集 收集患者的一般临床资料,包括:年龄、性别、吸烟史、饮酒史、体质指数(BMI)、低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、空腹血糖(FPG)、尿酸(UA)、平均收缩压(SBP)、平均舒张压(DBP)、AHI、最低血氧饱和度(LSpO₂)、平均血氧饱和度(MSpO₂)、血氧饱和度低于90%的时间(CT90%)、氧减指数。

1.3.2 数据收集 (1) PSG监测:所有受试者接受德国施曼诺(SOMNO screen plus PSG+) V5 仪器整夜7 h 以上的PSG。记录所有患者的眼电图、心电图、脑电图、颞下和胫骨前肌电图、氧饱和度、口鼻气流、胸腹呼吸运动、打鼾时间。(2) 心室复极参数的测量:所有受试者行常规12导联心电图检查,由此获得日间静息状态的心电图。日间QT间期、Tp-e间期、Tpe/QT等心室复极参数由经验丰富的心内科专家测量。夜间阻塞性呼吸暂停期的心电图从德国施曼诺V5系统中获得,由老年呼吸睡眠科经过专门培训的专职医师从OSAHS患者的多导睡眠图中选择阻塞性呼吸暂停时间最长的一次,精确测量该时段内连续3个心动周期的夜间QT间期、Tp-e间期、Tpe/QT,记录其平均值。QT间期是从QRS波开始到T波回到基线的时间。Tp-e间期是从T

波峰值到T波结束的时间,T波的终点被定义为T波下坡切线与等电线的交点。Tp-e/QT由系统计算所得。

1.4 统计学方法 运用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析。计数资料以相对数表示,组间比较采用 χ^2 检验。符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,多组间比较采用单因素方差分析;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,多组间比较采用Kruskal-Wallis H检验,组间两两比较采用Mann-Whitney U检验。配对计量资料的比较采用配对样本t检验。两变量之间的相关程度采用Spearman秩相关分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组研究对象临床资料比较 三组研究对象的性别、BMI、TG、UA、SBP、DBP、AHI、LSpO₂、MSpO₂、CT90%、氧减指数比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。三组研究对象的年龄、吸烟史、饮酒史、LDL、HDL、TC、FPG比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.2 三组研究对象心室复极参数比较 三组研究对象的日间Tp-e间期、夜间Tp-e间期、日间Tp-e/QT、夜间Tp-e/QT比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),其中重度OSAHS组日间Tp-e间期、夜间Tp-e间期、日间Tp-e/QT、夜间Tp-e/QT较轻-中度OSAHS组和对照

表1 三组研究对象临床资料比较
Table 1 Baseline characteristics of the study population

组别	例数	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	性别 (男/女)	吸烟史 [n (%)]	饮酒史 [n (%)]	BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	LDL ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	HDL ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)
对照组	51	52.5 ± 13.7	34/17	11 (21.6)	15 (29.41)	24.32 ± 3.86	2.33 ± 0.73	1.07 ± 0.31
轻-中度OSAHS组	78	51.8 ± 12.0	64/14	23 (29.5)	23 (29.5)	26.95 ± 3.51	2.50 ± 0.80	1.07 ± 0.27
重度OSAHS组	81	52.1 ± 13.0	74/7	29 (35.8)	25 (30.9)	29.11 ± 3.51	2.47 ± 0.86	0.98 ± 0.21
检验统计量值		0.045 ^a	12.875 ^b	3.035 ^b	0.047 ^b	28.007 ^a	0.795 ^a	3.024 ^a
P值		0.956	0.002	0.219	0.977	<0.001	0.453	0.051

组别	TG [M(P ₂₅ , P ₇₅), mmol/L]	TC ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	FPG [M(P ₂₅ , P ₇₅), mmol/L]	UA ($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	SBP ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	DBP ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)
对照组	1.38 (0.99, 1.66)	3.87 ± 0.87	4.88 (4.40, 5.25)	297.63 ± 100.49	116 ± 19	75 ± 12
轻-中度OSAHS组	1.46 (1.04, 2.14)	4.13 ± 1.04	5.09 (4.56, 6.23)	343.00 ± 83.10	126 ± 21	81 ± 10
重度OSAHS组	1.69 (1.14, 2.39)	4.05 ± 1.02	5.14 (4.66, 5.99)	390.60 ± 112.40	135 ± 21	86 ± 13
检验统计量值	8.828 ^c	1.092 ^a	4.76 ^c	14.015 ^a	12.606 ^a	13.559 ^a
P值	0.012	0.337	0.092	<0.001	<0.001	<0.001

组别	AHI [M(P ₂₅ , P ₇₅), 次/h]	LSpO ₂ [M(P ₂₅ , P ₇₅), %]	MSpO ₂ [M(P ₂₅ , P ₇₅), %]	CT90% [M(P ₂₅ , P ₇₅), h]	氧减指数 [M(P ₂₅ , P ₇₅), 次/h]
对照组	1.50 (0.90, 3.20)	90.00 (87.00, 91.00)	96.00 (95.00, 98.00)	0.00 (0.00, 0.20)	3.80 (2.10, 6.10)
轻-中度OSAHS组	17.45 (10.28, 23.20)	81.00 (77.00, 86.00)	94.00 (93.00, 95.00)	1.85 (0.40, 6.80)	21.40 (12.48, 27.33)
重度OSAHS组	47.30 (36.75, 58.90)	71.00 (63.00, 77.50)	93.00 (90.00, 94.00)	17.00 (6.70, 37.45)	49.40 (37.35, 63.65)
检验统计量值	183.320 ^c	119.430 ^c	76.630 ^c	102.540 ^c	157.570 ^c
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 1 mm Hg=0.133 kPa, BMI=体质指数, OSAHS=阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征, LDL=低密度脂蛋白, HDL=高密度脂蛋白, TG=三酰甘油, TC=总胆固醇, FPG=空腹血糖, UA=尿酸, SBP=平均收缩压, DBP=平均舒张压, AHI=呼吸暂停指数, LSpO₂=最低血氧饱和度, MSpO₂=平均血氧饱和度, CT90%=血氧饱和度低于90%的时间; ^a表示F值, ^b表示 χ^2 值, ^c表示H值

对照组延长,轻-中度 OSAHS 组日间 Tp-e 间期、夜间 Tp-e 间期、日间 Tp-e/QT、夜间 Tp-e/QT 较对照组延长 ($P<0.05$)。三组研究对象的日间 QT 间期、夜间 QT 间期比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 2。

2.3 OSAHS 患者昼夜心室复极参数比较 OSAHS 患者夜间阻塞性呼吸暂停期的 Tp-e 间期、QT 间期、Tp-e/QT 均较日间静息状态延长,差异有统计学意义 ($P<0.05$),见表 3。

2.4 OSAHS 患者 AHI 与夜间心室复极参数的相关性分析 OSAHS 患者夜间 Tp-e 间期 ($r_s=0.221$, $P=0.005$)、夜间 Tp-e/QT ($r_s=0.298$, $P<0.001$) 均与 AHI 呈正相关。

3 讨论

OSAHS 作为睡眠呼吸障碍的主要病因之一,在心血管疾病和 SCD 发生中起着重要作用^[11-13]。相关研究显示,重度 OSAHS 患者发生复杂心律失常的概率是不伴 OSAHS 患者的 2~4 倍^[14]。越来越多的研究表明 OSAHS 与心血管疾病具有显著相关性,OSAHS 被认为是心律失常、高血压等心血管疾病的独立危险因素^[15]。

有报道称,室性心律失常在 OSAHS 患者中较为常见,且有证据显示,心室复极参数如 Tp-e 间期、Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 可能与心律失常甚至 SCD 的增加有关,是心室复极离散度增加的标志^[9, 16]。Tp-e 间期是 T 波

的峰值与终点之间的间隔,是从心内膜细胞到心外膜细胞的动作电位持续时间的梯度,反映复极的跨壁离散度。QT 间期代表心室除极开始到心室复极结束的时间,其延长也与心律失常及 SCD 存在明显相关。本研究发现,OSAHS 患者的日间、夜间 Tp-e 间期和 Tp-e/QT 均较对照组显著延长,这与 KARACOP 等^[8]和 KILICASLAN 等^[9]的研究结果一致,提示 OSAHS 患者心室复极紊乱、室性心律失常风险升高。本研究中,OSAHS 组和对照组之间的昼夜 QT 间期均未见明显差异,这与 SHAMSUZZAMAN 等^[7]和 WALKER 等^[17]报道的 OSAHS 患者 QTc 间期延长的结论不一致,可能是因为不同生理情况下,QT 间期、Tp-e 间期不尽相同,但 Tp-e/QT 可保持在一个相对恒定的范围,故 Tp-e/QT 更能准确反映心室肌跨壁复极离散度的变化。此外,本研究发现,OSAHS 患者夜间阻塞性呼吸暂停期的 Tp-e 间期、QT 间期、Tp-e/QT 较日间静息状态延长,提示 OSAHS 患者心室复极紊乱及存在夜间 SCD 的高风险性,同时表明相较日间静息状态的心室复极参数,夜间阻塞性呼吸暂停期的心室复极参数对 OSAHS 相关室性心律失常的研究更具代表意义。以上结果有助于对 OSAHS 患者心律失常病理生理学机制的研究,同时也验证了前人的观点,即 OSAHS 患者多于夜间发生 SCD^[18]。

目前,关于 OSAHS 患者发生室性心律失常的机制仍未完全阐明,呼吸暂停引起的缺氧对房性心律失常和室性心律失常均起到强大的刺激作用,全身慢性炎症所产生的炎症因子和氧化应激状态使患者体内活性氧增加、一氧化氮水平降低,以上因素已被证实参与了心脏纤维化的形成,而心脏纤维化会导致心室重构、心电活动改变,最终导致室性心律失常^[19-20]。有研究表明,在老年男性中,夜间严重低氧血症可引起心室起搏节律增加^[21]。此外,有研究者发现,呼吸暂停后发生心律失常的概率较正常呼吸增加了 18 倍^[22]。目前认为这类患者室性异位节律的出现可能与夜间频繁的呼吸暂停继而反复发生缺氧、复氧、自主神经功能紊乱、胸腔内负压增加、高碳酸血症等一系列病理生理改变有关。本研究显示,AHI 与心室复极参数夜间 Tp-e 间期、夜间 Tp-e/QT 存在相关性,LSpO₂、MSpO₂ 及 CT90% 等指标显示缺氧在一定程度上影响了心室复极,但其具体影响机制有待于进一步探讨。

本研究也存在不足之处。首先,作为临床回顾性研究,样本量相对较少,对被纳入的群体可控性不强,未对 OSAHS 患者有无心律失常情况下的心室复极指标进行统计学分析;其次,作为临床观察性研究,未对 OSAHS 患者治疗前后的心室复极参数进行对比。未来仍需进行大样本、多中心、前瞻性研究,尤其是对 OSAHS 患者治疗前后心室复极参数变化的研究更具参

表 2 三组心室复极参数比较 [M (P₂₅, P₇₅)]
Table 2 Comparison of ventricular repolarization parameters

组别	例数	日间 QT 间期 (ms)	夜间 QT 间期 (ms)	日间 Tp-e 间期 (ms)	夜间 Tp-e 间期 (ms)	日间 Tp-e/QT	夜间 Tp-e/QT
对照组	51	386.00 (367.00, 393.00)	397.00 (379.00, 412.00)	68.00 (66.00, 73.00)	69.00 (66.00, 84.00)	0.18 (0.17, 0.19)	0.18 (0.168, 0.201)
轻-中度 OSAHS 组	78	382.00 (362.00, 407.25)	400.00 (380.00, 423.00)	78.00 (70.00, 87.50) ^a	84.50 (75.00, 93.25) ^a	0.20 (0.18, 0.22) ^a	0.21 (0.188, 0.23) ^a
重度 OSAHS 组	81	384.00 (368.00, 402.00)	403.00 (380.00, 437.50)	84.00 (74.00, 96.50) ^{ab}	94.00 (80.50, 110.00) ^{ab}	0.22 (0.19, 0.24) ^{ab}	0.23 (0.21, 0.26) ^{ab}
H 值		0.881	2.853	45.772	51.758	39.113	65.698
P 值		0.644	0.240	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与轻-中度 OSAHS 组比较,^b $P<0.05$

表 3 OSAHS 患者昼夜心室复极参数比较 ($n=159$, $\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of diurnal ventricular repolarization parameters in observation group

状态	Tp-e 间期 (ms)	QT 间期 (ms)	Tp-e/QT
日间静息状态	82.48 ± 15.31	386.28 ± 31.90	0.21 ± 0.04
夜间阻塞性呼吸暂停期	91.17 ± 22.15	408.99 ± 54.18	0.22 ± 0.04
t 配对值	5.060	5.010	2.780
P 值	<0.001	<0.001	0.006

考价值。

综上所述, OSAHS 患者的昼夜 $Tp-e$ 间期、 $Tp-e/QT$ 均较对照组明显增加, 且夜间阻塞性呼吸暂停期的 $Tp-e$ 间期、 QT 间期、 $Tp-e/QT$ 较日间静息状态显著延长, 为今后 OSAHS 合并心律失常的研究提供了新的思路。

作者贡献: 杨贝贝进行研究设计与实施、资料收集整理、撰写论文; 史江、张杨进行研究实施、评估、资料收集; 蒋军广进行质量控制及审校, 并对文章负责。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] SENARATNA C V, PERRET J L, LODGE C J, et al. Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: a systematic review [J]. *Sleep Med Rev*, 2017, 34: 70-81. DOI: 10.1016/j.smrv.2016.07.002.

[2] RANA D, TORRILUS C, AHMAD W, et al. Obstructive sleep apnea and cardiovascular morbidities: a review article [J]. *Cureus*, 2020, 12 (9): e10424. DOI: 10.7759/cureus.10424.

[3] 刘雪, 蒋军广, 宋卫卫, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征胰岛素抵抗的危险因素分析 [J]. *郑州大学学报 (医学版)*, 2020, 55 (5): 716-719. DOI: 10.13705/j.issn.1671-6825.2019.11.157.

[4] 穆热提·阿卜迪肖库尔, 冯艳. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征与心血管疾病关系的研究进展 [J]. *实用心电学杂志*, 2020, 29 (1): 64-70. DOI: 10.13308/j.issn.2095-9354.2020.01.015.

MUHOTI A, FENG Y. Research progress on the relationship between obstructive sleeping apnea hypopnea syndrome and cardiovascular diseases [J]. *J Pract Electrocardiol*, 2020, 29 (1): 59-65. DOI: 10.13308/j.issn.2095-9354.2020.01.015.

[5] PATHAK R K, MAHAJAN R, LAU D H, et al. Sleep apnea and cardiac arrhythmia: a timely wake-up call! [J]. *Sleep*, 2015, 38 (7): 1005-1006. DOI: 10.5665/sleep.4796.

[6] PATEL N, DONAHUE C, SHENOY A, et al. Obstructive sleep apnea and arrhythmia: a systemic review [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 228: 967-970. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.11.137.

[7] SHAMSUZZAMAN A, AMIN R S, VAN DER WALT C, et al. Daytime cardiac repolarization in patients with obstructive sleep apnea [J]. *Schlaf Atmung*, 2015, 19 (4): 1135-1140. DOI: 10.1007/s11325-015-1119-9.

[8] KARACOP E, KARACOP H B. Correlation between apnea-hypopnea index and $Tp-Te$ interval, $Tp-Te/QT$, and $Tp-Te/QTc$ ratios in obstructive sleep apnea [J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2021, 26 (2): e12809. DOI: 10.1111/anec.12809.

[9] KILICASLAN F, TOKATLI A, OZDAG F, et al. $Tp-e$ interval, $Tp-e/QT$ ratio, and $Tp-e/QTc$ ratio are prolonged in patients with moderate and severe obstructive sleep apnea [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2012, 35 (8): 966-972. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2012.03439.x.

[10] 中华医学会呼吸病学分会睡眠呼吸障碍学组. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南 (2011年修订版) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2012, 35 (1): 9-12. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1001-0939.2012.01.007.

[11] AMINO M, YOSHIOKA K, AOKI T, et al. Arrhythmogenic

substrates in sleep-disordered breathing with arterial hypertension [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2016, 39 (4): 321-329. DOI: 10.1111/pace.12805.

[12] LAMBERTS M, NIELSEN O W, LIP G Y, et al. Cardiovascular risk in patients with sleep apnoea with or without continuous positive airway pressure therapy: follow-up of 4.5 million Danish adults [J]. *J Intern Med*, 2014, 276 (6): 659-666. DOI: 10.1111/joim.12302.

[13] KOHLER M, STOEWHAS A C, AYERS L, et al. Effects of continuous positive airway pressure therapy withdrawal in patients with obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, 184 (10): 1192-1199. DOI: 10.1164/rccm.201106-0964oc.

[14] 李绍楠, 于丹, 文连姬. 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征与呼吸循环系统疾病的相关性 [J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2019, 33 (1): 140-144. DOI: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2018.528.

[15] KHAYAT R, PLEISTER A. Consequences of obstructive sleep apnea: cardiovascular risk of obstructive sleep apnea and whether continuous positive airway pressure reduces that risk [J]. *Sleep Med Clin*, 2016, 11 (3): 273-286. DOI: 10.1016/j.jsmc.2016.05.002.

[16] AKBOGA M K, GÜLCIHAN BALCI K, YILMAZ S, et al. $Tp-e$ interval and $Tp-e/QTc$ ratio as novel surrogate markers for prediction of ventricular arrhythmic events in hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Anatol J Cardiol*, 2017, 18 (1): 48-53. DOI: 10.14744/anatoljcardiol.2017.7581.

[17] WALKER M, BLACKWELL J N, STAFFORD P, et al. Daytime QT by routine 12-lead ECG is prolonged in patients with severe obstructive sleep apnea [J]. *Sleep Disord*, 2020, 2020: 3029836. DOI: 10.1155/2020/3029836.

[18] GAMI A S, HOWARD D E, OLSON E J, et al. Day-night pattern of sudden death in obstructive sleep apnea [J]. *N Engl J Med*, 2005, 352 (12): 1206-1214. DOI: 10.1056/NEJMoa041832.

[19] LIU X B, FENG L L, CAO G L, et al. Cardiac structure and function improvements in coronary artery disease combined with severe obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome patients via noninvasive positive pressure ventilation therapy [J]. *Coron Artery Dis*, 2014, 25 (6): 516-520. DOI: 10.1097/MCA.000000000000129.

[20] 李国燕, 张华, 陈建丽, 等. 睡眠呼吸暂停低通气综合征合并心律失常的危险因素分析 [J]. *临床肺科杂志*, 2019, 24 (6): 1014-1018. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6663.2019.06.013.

[21] KWON Y, PICEL K, ADABAG S, et al. Sleep-disordered breathing and daytime cardiac conduction abnormalities on 12-lead electrocardiogram in community-dwelling older men [J]. *Schlaf Atmung*, 2016, 20 (4): 1161-1168. DOI: 10.1007/s11325-016-1326-z.

[22] MONAHAN K, STORFER-ISSER A, MEHRA R, et al. Triggering of nocturnal arrhythmias by sleep-disordered breathing events [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54 (19): 1797-1804. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.06.038.

(收稿日期: 2021-10-9; 修回日期: 2021-10-18)

(本文编辑: 程圣)