

· 论著 ·

# 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征并胃食管反流病的影响因素研究

麦热哈巴·哈力克, 赵燕霞, 杨晓红

**【摘要】** 目的 分析阻塞性睡眠呼吸暂停综合征(OSAS)并胃食管反流病(GERD)的影响因素。方法 选取2011年3月—2017年6月在新疆维吾尔自治区人民医院呼吸科就诊的OSAS并GERD患者98例作为观察组,另按照体质指数(BMI)( $BMI \pm 1.5 \text{ kg/m}^2$ ) 1:2比例匹配单纯OSAS患者196例作为对照组。比较两组患者临床资料及睡眠呼吸监测结果,OSAS并GERD的影响因素分析采用多因素Logistic回归分析。**结果** 两组患者年龄、性别、BMI、颈围、打鼾时间、打鼾家族史、冠心病病史、糖尿病病史、高血压病史、咽腔狭窄者所占比例、扁桃体肿大者所占比例比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );观察组患者睡眠呼吸紊乱指数(AHI)、呼吸暂停指数(AI)及血氧饱和度 $<90\%$ 时间占监测总时间的百分比(TS90%)高于对照组,最长呼吸暂停时间(LAT)、平均呼吸暂停时间(MAT)长于对照组,夜间最低血氧饱和度(LSaO<sub>2</sub>)、夜间平均血氧饱和度(MSaO<sub>2</sub>)低于对照组( $P<0.05$ )。多因素Logistic回归分析结果显示,AHI [ $OR=2.743, 95\%CI(1.587, 4.739)$ ]、AI [ $OR=2.090, 95\%CI(1.865, 2.341)$ ]、LAT [ $OR=2.428, 95\%CI(1.817, 3.245)$ ]、LSaO<sub>2</sub> [ $OR=0.646, 95\%CI(0.480, 0.870)$ ]、MSaO<sub>2</sub> [ $OR=0.592, 95\%CI(0.470, 0.744)$ ]是OSAS并GERD的独立影响因素( $P<0.05$ )。**结论** AHI、AI、LAT、LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub>是OSAS并GERD的独立影响因素,应引起临床重视。

**【关键词】** 睡眠呼吸暂停, 阻塞性; 胃食管反流; 影响因素分析

**【中图分类号】** R 563.8 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2018.04.007

麦热哈巴·哈力克, 赵燕霞, 杨晓红. 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征并胃食管反流病的影响因素研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2018, 26(4): 28-31. [[www.syxnf.net](http://www.syxnf.net)]

MAIREHABA H, ZHAO Y X, YANG X H. Influencing factors of gastroesophageal reflux disease in patients with obstructive sleep apnea syndrome [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2018, 26(4): 28-31.

## Influencing Factors of Gastroesophageal Reflux Disease in Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome

MAIREHABA·Halike, ZHAO Yan-xia, YANG Xiao-hong

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, the People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, China

Corresponding author: YANG Xiao-hong, E-mail: 1912719363@qq.com

830000 新疆乌鲁木齐市, 新疆维吾尔自治区人民医院呼吸与危重症医学科  
通信作者: 杨晓红, E-mail: 1912719363@qq.com

57(2): 309-316. DOI: 10.1373/clinchem.2010.153726.

[12] 罗东雷, 郭靖涛, 李拥军, 等. 生长分化因子-15血清水平与急性心肌梗死相关性研究 [J]. 重庆医学, 2016, 45(18): 2491-2493. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2016.18.013.

[13] DOMINGUEZ R A, ABREU G P, AVANZAS P, et al. Effect of Serum Growth Differentiation Factor-15 and the Syntax Score on 2-Year Outcomes in Patients With Acute Coronary Syndrome [J]. Am J Cardiol, 2016, 117(10): 1569-1574. DOI: 10.1016/j.amjcard.2016.02.031.

[14] HABIB S S, AL MASRI A A. Relationship of high sensitivity C-reactive protein with presence and severity of coronary artery disease [J]. Pak J Med Sci, 2013, 29(6): 1425-1429.

[15] SEYEDIAN S M, AHMADI F, DABAGH R, et al. Relationship between high-sensitivity C-reactive protein serum levels and the

severity of coronary artery stenosis in patients with coronary artery disease [J]. ARYA Atheroscler, 2016, 12(5): 231-237.

[16] 胡永寸. 冠心病患者血清生长分化因子-15和脑钠肽及超敏C反应蛋白水平的变化 [J]. 中华老年医学杂志, 2015, 34(9): 962-963. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2015.09.009.

[17] 崔艳, 李艳, 戴雯, 等. 冠心病患者血清超敏C反应蛋白及胱抑素C水平分析 [J]. 微循环学杂志, 2015, 25(4): 57-60. DOI: 10.3969/j.issn.1005-1740.2015.04.014.

[18] 杨艳, 张福军, 沈松坤, 等. 采用ROC曲线评价NT-proBNP、cTnI、Hey、DD、hs-CRP对冠心病的诊断价值 [J]. 检验医学, 2018, 33(1): 15-19. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8640.2018.01.003.

(收稿日期: 2018-01-19; 修回日期: 2018-04-07)

(本文编辑: 刘新蒙)

**【Abstract】 Objective** To analyze the influencing factors of gastroesophageal reflux disease (GERD) in patients with obstructive sleep apnea syndrome (OSAS). **Methods** From March 2011 to June 2017, a total of 98 OSAS patients merged with GERD were selected as observation group in the Department of Respiratory Medicine, the People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, meanwhile a total of 196 patients with OSAS only were selected as control group according to ( $BMI \pm 1.5 \text{ kg/m}^2$ ) matching principle and 1:2 ratio. Clinical data and sleep respiratory monitoring results were compared between the two groups, and multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of GERD in patients with OSAS. **Results** No statistically significant differences of age, gender, BMI, neck circumference, snoring time, family history of snoring, history of coronary heart disease, diabetes mellitus or hypertension, proportion of patients with pharyngeal cavity stenosis or antiadoncus was found between the two groups ( $P > 0.05$ ); AHI, AI and percentage of oxyhemoglobin saturation less than 90% during monitoring (TS90%) in observation group were statistically significantly higher than those in control group, LAT and MAT in observation group were statistically significantly longer than those in control group, while nighttime L $\text{SaO}_2$  and nighttime M $\text{SaO}_2$  in observation group were statistically significantly lower than those in control group ( $P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis results showed that, AHI [ $OR = 2.743, 95\%CI (1.587, 4.739)$ ], AI [ $OR = 2.090, 95\%CI (1.865, 2.341)$ ], LAT [ $OR = 2.428, 95\%CI (1.817, 3.245)$ ], nighttime L $\text{SaO}_2$  [ $OR = 0.646, 95\%CI (0.480, 0.870)$ ] and nighttime M $\text{SaO}_2$  [ $OR = 0.592, 95\%CI (0.470, 0.744)$ ] were independent influencing factors of GERD in patients with OSAS ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** AHI, AI, LAT, nighttime L $\text{SaO}_2$  and nighttime M $\text{SaO}_2$  are independent influencing factors of GERD in patients with OSAS, which should pay more attentions to.

**【Key words】** Sleep apnea, obstructive; Gastroesophageal reflux; Root cause analysis

阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (obstructive sleep apnea syndrome, OSAS) 是气道狭窄或阻塞引起的呼吸暂停和/或通气不足, 可严重影响患者的生活质量。OSAS 患者常因连续吸气而导致胸腔压力降低、横膈压力升高, 呼吸道阻塞引起深吸气, 导致负压升高, 进而诱发或加重胃食管返流病 (gastroesophageal reflux disease, GERD) [1-2]。GERD 是一种胃内容物反流引起的不适症状或并发症。据统计数据显示, 西方国家 GERD 发病率为 10% ~ 20% [3]。GERD 除具有胃部烧灼感、反酸等典型临床症状外, 还表现为反流性咳嗽和/或哮喘等呼吸系统症状, 严重者甚至并发睡眠障碍或 OSAS [4]。WISE 等 [5] 研究结果显示, 约 58.6% 的 OSAS 患者伴有 GERD 症状, OSAS 与 GERD 相互影响并互为因果 [6]。本研究旨在分析 OSAS 并 GERD 的影响因素, 现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2011 年 3 月—2017 年 6 月在新疆维吾尔自治区人民医院呼吸科就诊的 OSAS 并 GERD 患者 98 例作为观察组, 均符合 OSAS 诊断标准 [7] 及 GERD 诊断标准 [8], 另按照体质指数 (BMI) ( $BMI \pm 1.5 \text{ kg/m}^2$ ) 1:2 比例匹配单纯 OSAS 患者 196 例作为对照组。纳入标准: (1) 年龄 18 ~ 75 岁; (2) 临床资料完整。排除标准: (1) 有呼吸道正压通气 (CPAP) 治疗史或咽喉部整形手术史者; (2) 合并上呼吸道疾病、严重心肺疾病者; (3) 第 1 秒用力呼气容积 ( $FEV_1$ ) / 用力肺活量 (FVC)  $< 70\%$  者; (4) 合并重症肌无力、格林巴雷综合征等神经肌肉疾病及低钾血症者。

### 1.2 观察指标

1.2.1 临床资料采集 采集两组患者临床资料, 包括年龄、性别、BMI、颈围、打鼾时间、打鼾家族史、冠心病病史、糖尿病病史、高血压病史、咽腔狭窄、扁桃体肿大情况。

1.2.2 睡眠呼吸监测结果 所有患者行夜间睡眠呼吸监测 (PSG), 监测系统包括脑电图、心电图、胸腹部呼吸运动监测系统、氧饱和度监测系统, 记录睡眠呼吸紊乱指数 (apnea hypopnea index, AHI)、呼吸暂停指数 (apnea index, AI)、最长呼吸暂停时间 (longest apnea time, LAT)、平均呼吸暂停时间 (mean apnea time, MAT)、夜间最低血氧饱和度 (lowest oxygen saturation, L $\text{SaO}_2$ )、夜间平均血氧饱和度 (mean oxygen saturation, M $\text{SaO}_2$ )、血氧饱和度  $< 90\%$  时间占监测总时间的百分比 (TS90%)。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据处理, 符合正态分布的计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 两组比较采用两独立样本  $t$  检验; 不符合正态分布的计量资料以  $M(QR)$  表示, 采用秩和检验; 计数资料分析采用  $\chi^2$  检验; OSAS 并 GERD 的影响因素分析采用多因素 Logistic 回归分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组患者临床资料比较 两组患者年龄、性别、BMI、颈围、打鼾时间、打鼾家族史、冠心病病史、糖尿病病史、高血压病史、咽腔狭窄者所占比例、扁桃体肿大者所占比例比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 见表 1)。

2.2 两组患者睡眠呼吸监测结果比较 观察组患者 AHI、AI 及 TS90% 高于对照组, LAT、MAT 长于对照组,

**表 1** 两组患者临床资料比较  
**Table 1** Comparison of general information between the two groups

组别	例数	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别 (男/女)	BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	颈围 ( $\bar{x} \pm s$ , cm)	打鼾时间 [ $M(QR)$ , 年]	打鼾家族史 ( $n$ (%))	冠心病病史 ( $n$ (%))	糖尿病病史 ( $n$ (%))	高血压病史 ( $n$ (%))	咽腔狭窄 ( $n$ (%))	扁桃体肿大 ( $n$ (%))
对照组	196	46.6 ± 11.1	113/83	28.2 ± 2.5	40.9 ± 3.7	9 (6, 16)	141 (71.9)	37 (18.9)	29 (14.8)	48 (24.5)	119 (60.7)	107 (54.6)
观察组	98	46.9 ± 10.6	56/42	28.3 ± 2.7	41.2 ± 3.2	9 (6, 14)	73 (74.5)	18 (18.4)	15 (15.3)	25 (25.5)	62 (63.3)	52 (53.1)
检验统计量值		0.739 <sup>a</sup>	0.098 <sup>b</sup>	0.106 <sup>a</sup>	1.048 <sup>a</sup>	0.030 <sup>c</sup>	0.203 <sup>b</sup>	0.235 <sup>b</sup>	2.618 <sup>b</sup>	2.416 <sup>b</sup>	3.154 <sup>b</sup>	2.310 <sup>b</sup>
P 值		0.427	0.952	0.916	0.288	0.899	0.622	0.601	0.092	0.111	0.081	0.125

注: BMI= 体质指数; <sup>a</sup> 为  $t$  值, <sup>b</sup> 为  $\chi^2$  值, <sup>c</sup> 为  $u$  值

LSaO<sub>2</sub> 和 MSaO<sub>2</sub> 低于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 见表 2)。

2.3 影响因素分析 将表 1 ~ 2 中有统计学差异的指标作为自变量, 将 GERD 作为因变量 (变量赋值见表 3) 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, AHI、AI、LAT、LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 是 OSAS 并 GERD 的独立影响因素 ( $P < 0.05$ , 见表 4)。

**表 3** 变量赋值  
**Table 3** Variable assignment

变量	赋值
AHI	<10 次/h=1, 10 ~ 15 次/h=2, 16 ~ 30 次/h=3, >30 次/h=4
AI	实测值
LAT	实测值
MAT	实测值
LSaO <sub>2</sub>	<80%=1, 80% ~ 85%=2, >85%=3
MSaO <sub>2</sub>	实测值
TS90%	实测值
GERD	未合并=0, 合并=1

注: GERD= 胃食管反流病

**表 4** OSAS 并 GERD 患者影响因素的多因素 Logistic 回归分析

**Table 4** Multivariate Logistic regression analysis on influencing factors of GERD in patients with OSAS

变量	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR (95%CI)
AHI	1.009	0.279	13.079	<0.05	2.743 (1.587, 4.739)
AI	0.737	0.058	161.465	<0.05	2.090 (1.865, 2.341)
LAT	0.887	0.148	35.919	<0.05	2.428 (1.817, 3.245)
MAT	0.473	0.641	0.545	>0.05	1.605 (0.457, 5.637)
LSaO <sub>2</sub>	-0.437	0.152	8.266	<0.05	0.646 (0.480, 0.870)
MSaO <sub>2</sub>	-0.525	0.117	20.135	<0.05	0.592 (0.470, 0.744)
TS90%	0.621	0.687	0.817	>0.05	1.861 (0.484, 7.153)

**表 2** 两组患者睡眠呼吸监测结果比较

**Table 2** Comparison of sleep respiratory monitoring results between the two groups

组别	例数	AHI ( $\bar{x} \pm s$ , 次/h)	AI [ $M(QR)$ , 次/h]	LAT ( $\bar{x} \pm s$ , s)	MAT ( $\bar{x} \pm s$ , s)	LSaO <sub>2</sub> ( $\bar{x} \pm s$ , %)	MSaO <sub>2</sub> ( $\bar{x} \pm s$ , %)	TS90% [ $M(QR)$ , %]
对照组	196	35.11 ± 12.01	22.5 (6.5, 44.6)	49.04 ± 8.38	21.3 ± 6.9	90.21 ± 5.20	79.63 ± 11.20	27.9 (5.4, 88.7)
观察组	98	57.34 ± 11.54	39.6 (9.7, 66.2)	72.25 ± 7.51	33.1 ± 9.1	89.87 ± 4.66	76.40 ± 9.51	50.7 (8.1, 128.0)
$t(u)$ 值		-2.599	-2.899 <sup>a</sup>	3.472	3.165	-1.980	-3.102	-1.968 <sup>a</sup>
P 值		0.005	0.004	0.002	0.003	0.049	0.003	0.044

注: AHI= 睡眠呼吸紊乱指数, AI= 呼吸暂停指数, LAT= 最长呼吸暂停时间, MAT= 平均呼吸暂停时间, LSaO<sub>2</sub>= 夜间最低血氧饱和度, MSaO<sub>2</sub>= 夜间平均血氧饱和度, TS90%= 血氧饱和度 <90% 时间占监测总时间的百分比; <sup>a</sup> 为  $u$  值

### 3 讨论

OSAS 和 GERD 是临床常见疾病, 二者具有相似的发病机制。季锋等<sup>[9]</sup> 研究结果显示, 腹腔胃底折叠术能有效改善 GERD 及 OSAS 症状。ORR 等<sup>[10]</sup> 研究证实, OSAS 严重程度与 GERD 内镜下病变程度有关, 且睡眠呼吸暂停发作频繁阶段与最长反流持续时间多有重叠, 主要原因为 OSAS 患者睡眠时气道阻塞引起吸气时食管、胸腔负压上升, 导致胃内容物反流; GERD 患者酸性反流物可直接或间接加重气道痉挛、呼吸道炎症, 进而促发 OSAS。目前, OSAS 与 GERD 相似的发病机制尚未完全明确, 但肥胖是 GERD 及 OSAS 共同危险因素已被临床证实<sup>[6]</sup>。肥胖者食管酸暴露增加, 反流性食管炎与食管裂孔疝发生率随之升高<sup>[11]</sup>; 此外, 肥胖者颈部脂肪沉积导致上气道狭窄, 睡眠时软腭松弛, 舌根肥大后置, 咽腔气道更易发生塌陷而增加 OSAS 发生风险<sup>[10]</sup>。本研究对照组是按照 BMI 进行配对, 以减少混杂、偏倚因素。

本研究结果显示, 观察组患者 AHI、AI 及 TS90% 高于对照组, LAT、MAT 长于对照组, LSaO<sub>2</sub> 和 MSaO<sub>2</sub> 低于对照组, 提示呼吸暂停和缺氧可能与 OSAS 并 GERD 有关。既往研究结果显示, 口服抑酸类药物能有效控制 OSAS 并 GERD 患者 GERD 症状, 减轻咽喉部水肿, 降低 AHI<sup>[10, 12]</sup>。SHEPHERD 等<sup>[2]</sup> 研究结果显示, GERD 患者酸性食物反流诱发喉痉挛, 间接刺激食管远端黏膜感受器而使迷走神经兴奋, 引起支气管痉挛, 加重 OSAS。DOMBKOWSKI 等<sup>[13]</sup> 研究结果显示, 缺氧可有效降低胃食管括约肌收缩频率, 血管活性肽、胰高血糖素样肽升高并作用于消化道, 引起消化道括约肌松弛

及胃排空减慢,进而增加胃内容物反流频次,诱发或加重 GERD。本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,AHI、AI、LAT、LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 是 OSAS 并 GERD 的独立影响因素。AHI、AI、LAT 是反映睡眠结构指标,LSaO<sub>2</sub> 可反映低氧血症严重程度,MSaO<sub>2</sub> 可反映机体外周血运输氧及存储氧能力<sup>[14]</sup>,因此 OSAS 并 GERD 可能与反复低氧、睡眠结构紊乱有关。分析 OSAS 并 GERD 的机制可能如下:(1)缺氧:OSAS 患者睡眠期间上呼吸道易发生塌陷、阻塞、舌根后坠,导致气道阻力增加及低氧血症;(2)胸-腹压力差增大:连续用力吸气导致胸腔压力降低、横膈压力升高,而呼吸道阻塞后深吸气可导致负压升高,食管内负压增加;(3)食管酸清除能力降低:夜间睡眠时唾液分泌基本停止,中和物减少,食管酸清除能力下降,故食管酸度增加;(4)夜间反复觉醒:OSAS 患者因夜间憋醒而导致食管下括约肌一过性松弛,进而诱发或加重 GERD<sup>[1]</sup>。

综上所述,AHI、AI、LAT、LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 是 OSAS 并 GERD 的独立影响因素,应积极采取干预措施改善 OSAS 患者低氧血症及睡眠结构紊乱,以有效预防 GERD 的发生。

作者贡献:杨晓红进行文章的构思与设计,研究的实施与可行性分析,负责文章的质量控制及审校,对文章整体负责,监督管理;麦热哈巴·哈力克、赵燕霞进行数据收集、整理、分析,结果分析与解释;麦热哈巴·哈力克负责撰写论文。

本文无利益冲突。

#### 参考文献

- [1] 王晓晔,韩德民,叶京英.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征与夜间咽喉反流的相关性研究[J].中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2008,43(3):163-168.DOI:10.3321/j.issn.1673-0860.2008.03.002.
- [2] SHEPHERD K, HILLMAN D, HOLLOWAY R, et al. Mechanisms of nocturnal gastroesophageal reflux events in obstructive sleep apnea [J]. Sleep Breath, 2011, 15(3): 561-570. DOI: 10.1007/s11325-010-0404-x.
- [3] ESERAG H B, SWEET S, WINCHESTER C, et al. Update on the epidemiology of gastroesophageal reflux disease: a systematic review [J]. Gut, 2014, 63(6): 871-880. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-304269.
- [4] ZHANG C C, WANG Z G, WU J M, et al. The laparoscopic nissen fundoplication eliminates obstructive sleep apnea syndrome due to gastroesophageal reflux disease [J]. Indian J Surg, 2013, 75(Suppl 1): 326-328. DOI: 10.1007/s12262-012-0660-z.
- [5] WISE S K, WISE J C, DELGAUDIO J M. Gastroesophageal reflux and laryngopharyngeal reflux in patients with sleep-disordered breathing [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2006, 135(2): 253-257. DOI: 10.1016/j.otohns.2006.05.012.
- [6] 卡哈尔·吐尔孙,麦麦提艾力,艾克拜尔,等.肥胖或超重睡眠呼吸暂停综合征患者食管裂孔疝的发生及其对食管功能的影响[J].中华疝和腹壁外科杂志(电子版),2017,11(2):96-100. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-392X.2017.02.006.
- [7] 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/cma.j.issn.1001-0939.2012.01.007.
- [8] 中华医学会消化病学分会.2014年中国胃食管反流病专家共识意见[J].胃肠病学,2015,20(3):155-168.
- [9] 季锋,汪忠镐,韩新巍,等.胃底折叠术治疗胃食管反流病对阻塞性睡眠呼吸暂停综合征的影响[J].中华普通外科杂志,2016,31(10):820-823. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2016.10.007.
- [10] ORR W C, ROBERT J J, HOUCK J R, et al. The effect of acid suppression on upper airway anatomy and obstruction in patients with sleep apnea and gastroesophageal reflux disease [J]. J Clin Sleep Med, 2009, 5(4): 330-334.
- [11] PONCE J, VEGAZO O, BEITRDN B, et al. Prevalence of gastroesophageal reflux disease in Spain and associated factors [J]. Aliment Pharmacol Ther, 2006, 23(1): 175-184. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2006.02733.x.
- [12] ESKIIZMIR G, KEZIRIAN E. Is there a vicious cycle between obstructive sleep apnea and laryngopharyngeal reflux disease? [J]. Medical Hypotheses, 2009, 73(5): 706-708. DOI: 10.1016/j.mehy.2009.04.042.
- [13] DOMBKOWSKI R A, NAYLOR M G, SHOEMAKER E, et al. Hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) and hypoxia inhibit salmonid gastrointestinal motility: evidence for H<sub>2</sub>S as an oxygen sensor [J]. J Exp Biol, 2011, 214: 4030-4040. DOI: 10.1242/jeb.061473.
- [14] 张超红,代国方,王学惠.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征对心肌梗死患者炎症因子、血管内皮功能及左心室功能的影响研究[J].实用心脑血管病杂志,2016,24(5):22-25.

(收稿日期:2018-01-26;修回日期:2018-04-20)

(本文编辑:谢武英)