

快速眼动期睡眠呼吸暂停与急性脑梗死患者临床预后的关系研究

徐藜文 俞文轶 井甜宇 孙淑彤 郑一希 刘若楠 徐刚 褚澄

225001 扬州大学附属医院神经内科,扬州大学(徐藜文、俞文轶、井甜宇、孙淑彤、郑一希、徐刚、褚澄); 225009 扬州大学教育科学学院(刘若楠)

通信作者:褚澄, Email: 090865@yzu.edu.cn

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2025.12.009

【摘要】目的 研究以快速眼动(REM)期为主的阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)的实验室检查、梗死部位、呼吸事件、睡眠质量、神经功能与急性脑梗死临床预后之间的关系。**方法** 本研究为回顾性队列研究。选择2023年9月—2024年9月在扬州大学附属医院神经内科被诊断为急性脑梗死且接受多导睡眠监测(PSG)的270例患者为研究对象。收集患者一般资料、血常规、磁共振成像(MRI)、Epworth嗜睡量表(ESS)、匹兹堡睡眠质量指数量表(PSQI)、美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)、Barthel指数(BI)评定量表、改良Rankin量表(mRs)、PSG所得的客观睡眠资料以及随访所得的预后指标,应用线性回归分析快速眼动期呼吸暂停低通气指数(REM-AHI)与临床资料的关系,应用二元Logistic回归分析急性脑梗死患者发生REM-OSA的影响因素。**结果** 在整个急性脑梗死队列中共有270例患者接受了整夜的PSG,共229例(84.8%)急性脑梗死患者被诊断为OSA,其中REM-OSA组37例(16.2%)、NREM-OSA组192例(83.8%)。结果显示,REM-OSA组的白细胞和中性粒细胞计数高于NREM-OSA组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$);REM-OSA组患者急性脑梗死部位在基底节的占比高于NREM-OSA组,差异有统计学意义($P < 0.05$);REM-OSA组ESS评分低于NREM-OSA组,PSQI的入睡时间、睡眠效率维度得分高于NREM-OSA组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。REM-OSA组的N2期持续时间、NREM期睡眠呼吸暂停次数、NREM-AHI、AHI、氧饱和度下降指数(ODI)、觉醒指数、呼吸事件相关觉醒指数低于NREM-OSA组;REM-OSA组REM-AHI高于NREM-OSA组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。二元Logistic回归分析中,mRS评分是急性脑梗死发生REM-OSA的影响因素($P < 0.05$)。线性回归分析结果显示,体重指数和白细胞计数是急性脑梗死患者REM-AHI的影响因素(均 $P < 0.05$)。**结论** 与NREM-OSA比较,急性脑梗死合并REM-OSA患者炎症指标更高、梗死更易累及基底节部位、REM期呼吸事件更突出、睡眠质量及神经功能预后更差。

【关键词】 急性脑梗死; 快速眼动期; 阻塞性睡眠呼吸暂停; 临床预后

Relationship between rapid eye movement-related obstructive sleep apnea and clinical prognosis in patients with acute cerebral infarction Xu Liwen, Yu Wenyi, Jing Tianyu, Sun Shutong, Zheng Yixi, Liu Ruonan, Xu Gang, Chu Cheng

Department of Neurology, Affiliated Hospital of Yangzhou University, Yangzhou University, Yangzhou 225001, China (Xu LW, Yu WY, Jing TY, Sun ST, Zheng YX, Xu G, Chu C); School of Educational Sciences, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China (Liu RN)

Corresponding author: Chu Cheng, Email: 090865@yzu.edu.cn

【Abstract】Objective To explore the relationship between laboratory tests, infarct site, respiratory events, sleep quality, neurological function of obstructive sleep apnea (OSA) primarily characterized by rapid eye movement (REM) and clinical prognosis of acute cerebral infarction. **Methods** This study was a retrospective cohort study. From September 2023 to September 2024, 270 patients with acute cerebral infarction and underwent polysomnography (PSG) in the Department of Neurology of the Affiliated Hospital of Yangzhou University were selected as study subjects. Patients' general information, blood routine, magnetic resonance

imaging (MRI) Epworth Sleepiness Scale (ESS), Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), Barthel Index (BI) Rating Scale, Modified Rankin Scale (mRS), objective sleep data obtained from PSG, and prognostic indicators obtained from follow-up were collected. Linear regression was applied to analyze the relationship between rapid eye movement apnea hypopnea index (REM-AHI) and clinical data, and binary Logistic regression was applied to analyze the factors influencing the REM-OSA in patients with acute cerebral infarction. **Results** A total of 270 patients in the entire acute cerebral infarction cohort received overnight PSG. A total of 229 (84.8%) patients with acute cerebral infarction were diagnosed with OSA, including 37 (16.2%) in REM-OSA group and 192 (83.8%) in NREM-OSA group. Leukocyte and neutrophil counts were higher in REM-OSA group than those in NREM-OSA group, and the differences were statistically significant (both $P < 0.05$). The percentage of patients in REM-OSA group with acute cerebral infarction sites in the basal ganglia was higher than that in NREM-OSA group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The ESS score was lower in REM-OSA group than that in NREM-OSA group, the PSQI scores for time to sleep and sleep efficiency dimensions were higher in REM-OSA group than those in NREM-OSA group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The N2 duration, number of NREM apneas, NREM-AHI, AHI, oxygen desaturation index (ODI), arousal index, and respiratory event-related arousal index in REM-OSA group were lower than those in NREM-OSA group, and the REM-AHI in REM-OSA group was higher than that in NREM-OSA group, which were statistically significant differences (all $P < 0.05$). Binomial Logistic regression showed that mRS scores was an influencing factor of REM-OSA in acute cerebral infarction, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Linear regression analysis showed that body mass index and leukocytes were the influencing factors of REM-AHI in patients with acute cerebral infarction, and the difference was statistically significant (both $P < 0.05$). **Conclusions** Compared with NREM-OSA, patients with acute cerebral infarction complicated by REM-OSA exhibit high inflammatory markers, a great tendency for infarction to involve the basal ganglia, prominent respiratory events during REM, and poor sleep quality and neurological functional outcomes.

【Key words】 Acute cerebral infarction; Rapid eye movement; Sleep apnea, obstructive; Clinical prognosis

睡眠呼吸暂停(obstructive sleep apnea, OSA)是以睡眠时部分或完全上气道塌陷,导致睡眠碎片化和间歇性低氧血症为特征的一种睡眠障碍,其伴有多种并发症,严重危害公众健康^[1]。快速眼动期睡眠呼吸暂停(rapid eye movement-related OSA, REM-OSA)是OSA的一种特殊临床表型^[2],它是呼吸暂停和低通气事件主要发生在REM睡眠期的一种疾病,并且由于REM期肌张力激活减少,REM-OSA往往被认为更严重^[3]。目前,REM-OSA尚无明确的诊断标准,导致其流行病学统计存在差异,研究表明其在OSA群体中占10%~36%^[4-6],并且REM-OSA已被证明与心血管系统、内分泌系统、神经系统有关^[7],对公众健康有不利影响。研究显示OSA是脑梗死的独立危险因素^[8],卒中后OSA的患病率为44%~72%^[9-10]。相关研究显示OSA对脑血流动力学、脑损伤和自主神经功能障碍都有不同程度的影响^[11]。上述机制可能为急性脑梗死不良结局提供了重要预测因子^[12-13]。目前REM-OSA与脑梗死临床结局的研究较为缺乏,并且REM-OSA具有诊断率低、治愈率低的特点,在临床极易忽视。故本研究探讨急性脑梗死合并REM-OSA和急性脑梗死合并NREM-OSA之间的差异,旨在为急性脑梗死患者改善临床预后提供新的方向。

一、对象与方法

1. 研究对象:本研究为回顾性队列研究。收集2023年9月—2024年9月在扬州大学附属医院神经内科被诊断为急性脑梗死且接受多导睡眠监测(polysomnography, PSG)诊断为OSA的患者为研究对象。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》^[14]中脑卒中诊断标准,并经头颅CT或MRI证实为急性脑梗死;(3)完成整夜的PSG,并有完整的睡眠数据。排除标准:(1)已知合并OSA且曾经接受过正压通气等相关治疗;(2)经PSG监测总睡眠时间 < 30 min;(3)既往有咽腔重建手术史。本研究获得扬州大学伦理委员会批准[审批号:2023-YKL09-(课08)],患者或家属知情同意。

2. 资料收集:(1)一般及临床资料。收集所有患者的年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史以及高血压、糖尿病等既往病史的基线资料;收集白细胞计数、中性粒细胞计数、超敏C反应蛋白、甘油三酯、胆固醇、同型半胱氨酸、血肌酐、糖化血红蛋白等在内的血液相关指标;收集所有患者头颅CT和MRI等影像学指标。(2)主观睡眠量表资料。①Epworth嗜睡量表(the Epworth

Sleeping Scale, ESS), 是一种用于评估个体在日间不同情境下嗜睡程度的自评工具。该量表由 Johns^[15] 于 1991 年编制, Chen 等^[16] 对 ESS 进行了翻译和文化适应性调整, 使其在临床和研究领域得到广泛应用, 主要用于筛查睡眠障碍、神经系统疾病、呼吸系统疾病等与嗜睡相关的健康问题。ESS 包含 8 个条目, 每个条目的评分为 0~3 分, 总分 0~24 分, 得分越高表示日间嗜睡程度越严重。本研究中该量表的 Cronbach's α 系数为 0.705。

②匹兹堡睡眠质量指数量表(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI) 用于评估个体的睡眠质量、睡眠障碍的类型和严重程度, 以及睡眠对日常生活的影响。该量表由 Buysse 等^[17] 于 1989 年编制, 刘贤臣等^[18] 对 PSQI 进行了翻译和文化适应性调整, 并在中国人群中验证了其信效度。PSQI 包含 19 个自评条目, 共 7 个维度。每个维度的得分为 0~3 分, 总分为 0~21 分。得分越高表示睡眠质量越差。本研究中该量表的 Cronbach's α 系数为 0.724。

③NIHSS 用于评估卒中患者的神经功能缺损程度, 是卒中规范化管理的常用工具。该量表最初由 Brott 等^[19] 于 1989 年设计, 用于急性卒中的治疗研究。2023 年, 徐威等^[20] 对现行 NIHSS 评分中文译版进行了详细的勘误和修订, 并介绍了每个项目的检查要点和评分细则。中文版 NIHSS 的 Cronbach's α 系数为 0.92, 具有较高的信度和效度。NIHSS 包含 11 个维度, 总分为 0~42 分, 分数越高表示神经受损越严重, 与卒中引起的脑损害体积呈正相关。本研究中该量表的 Cronbach's α 系数为 0.712。

④Barthel 指数(Barthel Index, BI) 评定量表是用来评估入院时残疾程度, 并量化康复后的功能变化^[21], 临床应用广泛, 认可度较高, 具有较高的信度和效度。该量表由 Mahoney 和 Barthel^[22] 于 1965 年设计并发表。国内学者对中文版 BI 进行了系统的信度和效度研究, 目前的研究显示该量表具有良好的内部一致性、重测信度和预测效度^[23]。BI 评定量表包含 10 个维度, 每个条目根据患者的独立程度分为 0、5、10、15 分 4 个等级, 总分 0~100 分, 得分越高表示患者独立性越好, 依赖性越小。本研究中该量表的 Cronbach's α 系数为 0.701。

⑤改良 Rankin 量表(modified Rankin Scale, mRS) 是用来衡量脑卒中后患者神经功能的恢复状况^[24]。mRS 因其简便性和有效性被广泛用于临床和研究中, 具有较好的信度和效度。2015 年的一项研究分析了国内脑卒中临床试验中 mRS 的应用现状, 研究发现该量表在缺血性和出血性卒中研究中广泛使用^[25]。mRS 包含 7 个

等级, 每个等级对应不同的功能状态, 该量表的评分为 0~6 分, 得分越高, 表示患者的残疾程度越严重, 预后越差。在本研究中用于患者出院 3 个月后随访时评估患者短期的功能结局。上述 NIHSS、BI 于患者入院、出院时评估, mRS 于患者出院 3 个月后评估, 以此作为预后指标, NIHSS、mRS 得分越高预后越差, BI 得分越低预后越差。

3. PSG: 所有患者均于我院睡眠检测中心进行 PSG, 监测内容包括眼电图、下颌肌电图、呼吸(鼾声传感器、热敏、气流)、胸腹运动、血氧、腿动、睡眠体位。次日, 由 2 名经过专业培训的判读人员对睡眠图进行分析, 如判读结果不一致将由第 3 名判读人员决定。PSG 过程参照《美国睡眠医学会睡眠及其相关事件判读手册》^[26] 标准执行, 分析指标包括快速眼动(rapid eye movement, REM) 睡眠潜伏期、REM%、REM 持续时间、REM 期 OSA 次数、REM-睡眠呼吸暂停低通气指数(sleep apnea-hypopnea index, AHI)、非快速眼动(non-rapid eye movement, NREM) 睡眠期 OSA 次数、NREM-AHI、AHI、氧饱和度下降指数(oxygen desaturation index, ODI)、觉醒指数、呼吸事件相关觉醒指数等。AHI 用于评估 OSA 的严重程度, AHI < 5 次/h 为正常, AHI 5 ~ < 15 次/h 为轻度 OSA 低通气综合征, AHI 15 ~ < 30 次/h 为中度 OSA 低通气综合征, AHI \geq 30 次/h 为重度 OSA 低通气综合征。

4. 诊断及分组标准: 对于 REM-OSA 和 NREM-OSA 的界定标准尚不统一^[27-28], 目前 REM-OSA 的广泛基础定义为 REM-AHI/NREM-AHI \geq 2, 为了更加凸显 REM-OSA, 将 REM-OSA 组定义为 REM-AHI/NREM-AHI \geq 2, REM-AHI \geq 5、NREM-AHI < 15, NREM-OSA 组定义为 REM-AHI/NREM-AHI < 2。所有样本的 AHI 均 \geq 5 次/h。

5. 统计学方法: 采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据处理。采用 Shapiro-Wilk 方法进行正态分布检验, 符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验。计数资料采用频数、百分数(%) 表示, 比较采用 χ^2 检验。非正态分布的计量资料采用中位数和四分位数 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示, 两组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。以 OSA 的类型为因变量, 以单因素分析中的阳性变量为自变量, 采用二元 Logistic 回归分析进行 REM-OSA 的影响因素分析。REM-AHI 的影响因素分析采用线性回归分析。双侧检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

1. 急性脑梗死合并REM-OSA组和急性脑梗死合并NREM-OSA组患者的基线人口统计学资料和临床特征：在整个急性脑梗死队列中共有270例患者接受了整夜的PSG，共229例(84.8%)急性脑梗死患者被诊断合并OSA，其中REM-OSA组37例(16.2%)、NREM-OSA组192例(83.8%)。REM-OSA组和NREM-OSA组患者的基线人口统计学资料和临床特征比较，差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表1。

2. 两组患者实验室指标比较：REM-OSA组的白细胞和中性粒细胞计数高于NREM-OSA组，差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)；两组超敏C反应蛋白、甘油三酯、胆固醇、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、同型半胱氨酸、血肌酐、糖化血红蛋白水平比较，差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表2。

3. 两组患者梗死单/双侧、梗死单/多发、梗死灶数量以及梗死部位的比较：REM-OSA组患者急性脑梗死部位在基底节的占比高于NREM-OSA组，差异有统计学意义($P < 0.05$)；两组在梗死单/双侧、梗死单/多发、梗死灶数量以及梗死部位位于皮层下、皮层、脑干、小脑患者占比比较，差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表3。

4. 两组患者的嗜睡和睡眠质量差异比较：NREM-OSA组ESS评分高于REM-OSA组，差异有统计学意义($P < 0.05$)；REM-OSA组中PSQI的入睡时间、睡眠效率维度得分高于NREM-OSA组，差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两组PSQI的睡眠质量、睡眠时间、睡眠障碍、催眠药物的使用、日间功能障碍维度得分比较，差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表4。

表1 两组患者的基线人口统计学资料和临床特征比较

项目	急性脑梗死合并REM-OSA组(n=37)	急性脑梗死合并NREM-OSA组(n=192)	$t/\chi^2/Z$ 值	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	66.86 ± 9.58	65.30 ± 11.60	-0.560	0.440
女性[例(%)]	16(43.24)	67(34.90)	0.935	0.333
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	26.37 ± 3.25	25.76 ± 3.76	-0.822	0.439
吸烟史[例(%)]	5(13.51)	50(26.04)	1.161	0.281
饮酒史[例(%)]	2(5.41)	37(19.27)	2.670	0.102
高血压史[例(%)]	32(86.49)	176(91.67)	1.566	0.211
糖尿病史[例(%)]	19(51.35)	79(41.15)	3.164	0.075
心脏病史[例(%)]	5(13.51)	21(10.94)	0.360	0.548
NIHSS评分(急性期)[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	0(0, 1.00)	0(0, 1.00)	0.115	0.908
NIHSS评分(慢性期)[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	0(0, 1.00)	0(0, 1.00)	-0.952	0.342
BI[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	84.86 ± 16.83	88.13 ± 16.54	1.023	0.287
mRS评分[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	1.00(0, 2.00)	0(0, 1.00)	-2.278	0.028

注：REM 快速眼动；OSA 睡眠呼吸暂停；NREM 非快速眼动；BMI 体重指数；NIHSS 美国国立卫生研究院卒中量表；BI Barthel 指数；mRS 改良 Rankin 量表

表2 两组患者实验室指标比较

组别	例数	白细胞计数 ($\times 10^9/L, \bar{x} \pm s$)	中性粒细胞计数 ($\times 10^9/L, \bar{x} \pm s$)	超敏C反应蛋白 [mg/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	甘油三酯 [mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	胆固醇 [mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]
急性脑梗死合并REM-OSA组	37	7.40 ± 2.09	5.32 ± 1.97	0.89(0.48, 3.09)	1.46(0.97, 2.51)	4.39(3.38, 5.03)
急性脑梗死合并NREM-OSA组	192	6.40 ± 1.74	4.24 ± 1.45	0.86(0.50, 2.83)	1.48(1.02, 2.10)	4.16(3.62, 4.81)
t/Z 值		-2.895	-3.482	0.315	0.345	0.069
P值		0.003	<0.001	0.754	0.731	0.825

组别	例数	低密度脂蛋白 [mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	高密度脂蛋白 [mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	同型半胱氨酸 [$\mu\text{mol/L}, M(P_{25}, P_{75})$]	血肌酐[$\mu\text{mol/L}, (\bar{x} \pm s)/M(P_{25}, P_{75})$]	糖化血红蛋白 (%, $\bar{x} \pm s$)
急性脑梗死合并REM-OSA组	37	2.61(1.81, 3.02)	1.10(0.93, 1.42)	9.80(7.80, 13.30)	70.45 ± 20.76	6.74 ± 1.71
急性脑梗死合并NREM-OSA组	192	2.48(2.00, 3.03)	1.11(0.96, 1.36)	10.44(8.30, 13.60)	71.45(58.10, 85.08)	6.64 ± 1.68
t/Z 值		0.055	0.147	0.299	0.859	-0.230
P值		0.791	0.942	0.767	0.369	0.752

注：REM 快速眼动；OSA 睡眠呼吸暂停；NREM 非快速眼动

表3 两组患者的影像学资料比较

项目	急性脑梗死合并REM-OSA组(n=37)	急性脑梗死合并NREM-OSA组(n=192)	χ^2 值	P值
偏侧性[例(%)]				
单侧	1(2.70)	17(8.85)	0.713	0.398
双侧	36(97.30)	175(91.15)		
多重性[例(%)]				
单发	1(2.70)	20(10.42)	1.228	0.268
多发	36(97.30)	172(89.58)		
梗死灶数量[例(%)]				
≤4处	22(59.46)	137(71.35)	1.125	0.208
>4处	15(40.54)	55(28.65)		
梗死部位[例(%)]				
基底节	30(81.08)	138(71.88)	4.903	0.027
皮层下	35(94.59)	171(89.06)	1.918	0.166
皮层	32(86.49)	176(91.67)	0.665	0.415
脑干	13(35.14)	44(22.92)	3.475	0.062
小脑	3(8.11)	13(6.77)	0.049	0.824

注:REM 快速眼动;OSA 睡眠呼吸暂停;NREM 非快速眼动

5. 两组患者的睡眠监测结果比较:REM-OSA组的N2持续时间、NREM期呼吸暂停次数、NREM-AHI、AHI、ODI、觉醒指数、呼吸事件相关觉醒指数低于NREM-OSA组;REM-OSA组REM-AHI高于NREM-OSA组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表5。

6. 急性脑梗死患者发生REM-OSA的影响因素未经调整和调整后的二项Logistic回归分析:在未经调整的Logistic回归分析中,急性脑梗死队列中白细胞计数、中性粒细胞计数、基底节部位梗死灶、ESS评分、PSQI评分、mRS评分是REM-OSA的影响因素

(均 $P < 0.05$);校正了白细胞计数、基底节部位梗死灶、ESS、PSQI评分后,mRS评分仍然是REM-OSA的影响因素($P < 0.05$)。见表6。

7. 急性脑梗死患者REM-AHI影响因素线性回归分析:线性回归分析结果显示,BMI和白细胞计数是急性脑梗死患者REM-AHI的影响因素(均 $P < 0.05$)。见表7。

讨论 急性脑梗死合并OSA的病变程度较单纯脑梗死更为复杂,并且OSA会增加脑梗死的发病率,进而影响急性脑梗死患者的临床结局^[29]。REM睡眠往往伴随着交感神经系统兴奋性和循环系统不稳定性的增加^[30],因此REM-OSA与更严重的脑梗死预后可能有着更大的相关性。尽管REM-OSA已被定为OSA的一种临床表型,但真正将其与NREM-OSA区分以探究急性脑梗死预后之间关系的研究较少,在临床仍易忽视。本研究将急性脑梗死后OSA分为REM-OSA和NREM-OSA,结果显示在实验室检查方面REM-OSA组的白细胞和中性粒细胞水平均高于NREM-OSA组;影像学资料方面,REM-OSA组的梗死部位位于基底节处的占比高于NREM-OSA组;主观睡眠量表方面,REM-OSA组ESS评分低于NREM-OSA组,PSQI的入睡时间、睡眠效率维度得分高于NREM-OSA组;PSG参数方面REM-OSA组的AHI、ODI、觉醒指数低于NREM-OSA组;神经功能预后方面REM-OSA组的mRS评分高于NREM-OSA组。

有关血细胞和REM-OSA的研究较少,两者间的关系仍存在争议。白细胞在全身特异性免疫应答方面起重要作用,并且与急性脑梗死的发生发展密

表4 两组患者过度嗜睡、快速眼动睡眠行为障碍和睡眠质量比较

组别	例数	ESS评分 [分, $M(P_{25}, P_{75})$]	PSQI			
			总分[分, $M(P_{25}, P_{75})$] / $(\bar{x} \pm s)$]	睡眠质量 [分, $M(P_{25}, P_{75})$]	入睡时间 [分, $M(P_{25}, P_{75})$]	睡眠时间 [分, $M(P_{25}, P_{75})$]
急性脑梗死合并REM-OSA组	37	6.00(2.25, 11.50)	11.00(5.00, 15.00)	2.00(0.50, 3.00)	2.00(1.00, 3.00)	2.00(0.50, 3.00)
急性脑梗死合并NREM-OSA组	192	8.00(3.00, 15.00)	8.63 ± 4.49	1.00(1.00, 2.00)	1.00(0, 3.00)	1.00(0, 2.00)
Z/t值		2.348	-2.015	-0.957	-2.602	-1.077
P值		0.039	0.036	0.339	0.007	0.220

组别	例数	PSQI			
		睡眠效率 [分, $M(P_{25}, P_{75})$]	睡眠障碍 (%, $\bar{x} \pm s$)	催眠药物的使用 [分, $M(P_{25}, P_{75})$]	日间功能障碍 [分, $M(P_{25}, P_{75})$]
急性脑梗死合并REM-OSA组	37	2.00(1.00, 3.00)	1.30 ± 0.52	0(0, 0)	2.00(0, 3.00)
急性脑梗死合并NREM-OSA组	192	1.00(0, 3.00)	1.34 ± 0.50	0(0, 0)	2.00(0, 3.00)
Z/t值		-3.001	0.236	-0.678	0.074
P值		0.004	0.633	0.476	0.990

注:REM 快速眼动;OSA 睡眠呼吸暂停;NREM 非快速眼动;ESS Epworth嗜睡量表;PSQI匹兹堡睡眠质量指数量表

表5 两组患者多导睡眠监测资料比较

组别	例数	REM潜伏期	REM期	N1期	N2期 [min,	N3期
		[min, $M(P_{25}, P_{75})$]	[min, $M(P_{25}, P_{75})$]	[min, $M(P_{25}, P_{75})$]	$M(P_{25}, P_{75})/(\bar{x} \pm s)$]	[min, $M(P_{25}, P_{75})$]
急性脑梗死合并REM-OSA组	37	44.00(10.00, 101.50)	70.50(20.25, 112.50)	22.50(8.00, 74.75)	193.50(89.65, 237.40)	28.00(13.25, 58.50)
急性脑梗死合并NREM-OSA组	192	52.75(15.25, 96.75)	77.75(41.13, 114.78)	29.50(12.50, 53.88)	199.84 ± 89.25	27.50(8.50, 61.38)
Z值		0.248	1.253	0.331	2.028	-0.614
P值		0.814	0.257	0.879	0.037	0.441

组别	例数	REM期睡眠呼吸	REM-AHI	NREM期睡眠	NREM-AHI	AHI
		暂停次数	[次/h, $M(P_{25}, P_{75})$]	呼吸暂停次数	[次/h, $M(P_{25}, P_{75})$]	[次/h, $M(P_{25}, P_{75})$]
急性脑梗死合并REM-OSA组	37	11.00(4.00, 27.00)	13.60(7.65, 22.00)	11.00(3.00, 26.00)	4.30(1.60, 7.45)	16.70(10.65, 28.10)
急性脑梗死合并NREM-OSA组	192	4.50(0, 14.75)	4.10(0.55, 11.48)	20.50(3.00, 55.50)	5.50(0.93, 12.68)	23.30(13.73, 46.55)
Z值		-1.043	-4.802	4.374	2.146	3.385
P值		0.322	<0.001	<0.001	<0.001	0.001

组别	例数	最长呼吸暂停	氧饱和度下降指数	觉醒指数	呼吸事件相关觉醒指数
		[s, $(x \pm s)/M(P_{25}, P_{75})$]	[次/h, $M(P_{25}, P_{75})$]	[次/h, $M(P_{25}, P_{75})$]	[次/h, $M(P_{25}, P_{75})$]
急性脑梗死合并REM-OSA组	37	70.60 ± 27.89	15.50(5.50, 28.35)	18.20(14.95, 28.60)	3.40(1.75, 6.50)
急性脑梗死合并NREM-OSA组	192	59.00(28.25, 98.75)	22.30(12.43, 43.58)	27.85(17.55, 37.28)	5.75(2.80, 12.20)
Z值		-1.822	3.791	2.724	2.874
P值		0.083	<0.001	0.008	0.007

注: REM 快速眼动; OSA 睡眠呼吸暂停; NREM 非快速眼动; AHI 睡眠呼吸暂停低通气指数

表6 急性脑梗死患者发生REM-OSA的影响因素未经调整和调整后的二元Logistic回归分析

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	OR值	95%CI	P值
未调整						
年龄	0.013	0.017	0.600	1.013	0.981 ~ 1.046	0.439
女性	-0.352	0.365	0.930	0.704	0.344 ~ 1.438	0.335
BMI	0.036	0.047	0.603	1.037	0.946 ~ 1.137	0.437
白细胞计数	0.280	0.098	8.132	1.323	1.091 ~ 1.604	0.004
中性粒细胞计数	0.393	0.113	12.004	1.481	1.186 ~ 1.850	0.001
基底节部位梗死灶	0.971	0.451	4.646	2.641	1.092 ~ 6.386	0.031
ESS评分	-0.068	0.034	4.119	0.934	0.874 ~ 0.998	0.042
PSQI评分	0.080	0.039	4.284	1.084	1.004 ~ 1.170	0.038
BI评分	-0.009	0.008	1.352	0.989	0.969 ~ 1.009	0.287
NIHSS评分(急性期)	-0.014	0.118	0.013	0.986	0.783 ~ 1.242	0.908
mRS评分	-0.110	0.295	0.140	1.569	1.111 ~ 2.214	0.010
调整						
模型1						
白细胞计数	0.344	0.130	7.005	1.410	1.093 ~ 1.819	0.008
基底节部位梗死灶	0.948	0.540	3.083	2.580	0.896 ~ 7.431	0.079
ESS评分	-0.056	0.039	1.997	0.946	0.875 ~ 1.022	0.158
PSQI评分	0.142	0.052	7.445	1.153	1.041 ~ 1.277	0.006
mRS评分	0.528	0.225	5.516	1.696	1.091 ~ 2.635	0.019
模型2						
白细胞计数	0.433	0.136	10.092	1.464	1.120 ~ 1.914	0.005
基底节部位梗死灶	1.261	0.567	4.944	3.076	1.025 ~ 9.228	0.045
ESS评分	-0.072	0.040	3.228	0.936	0.865 ~ 1.013	0.100
PSQI评分	0.133	0.053	6.252	1.137	1.023 ~ 1.262	0.017
NIHSS评分(急性期)	-0.106	0.181	0.345	1.044	0.651 ~ 1.674	0.859
模型3						
白细胞计数	0.295	0.118	6.232	1.354	1.075 ~ 1.706	0.010
基底节部位梗死灶	1.149	0.521	4.865	3.187	1.136 ~ 8.942	0.028
ESS评分	-0.065	0.038	2.956	0.935	0.868 ~ 1.006	0.074
PSQI评分	0.133	0.051	6.766	1.133	1.027 ~ 1.249	0.012
BI评分	-0.014	0.010	2.095	0.990	0.966 ~ 1.015	0.427

注: REM 快速眼动; OSA 睡眠呼吸暂停; BMI 体重指数; ESS Epworth嗜睡量表; PSQI 匹兹堡睡眠质量指数量表; BI Barthel 指数; NIHSS 美国国立卫生研究院卒中量表; mRS 改良 Rankin 量表

表7 急性脑梗死患者REM-AHI影响因素线性回归分析

变量	偏回归系数	标准误	回归系数	P值	95%CI
年龄	-0.065	0.066	-0.059	0.372	-0.190 ~ 0.071
BMI	0.179	0.203	0.497	0.015	0.096 ~ 0.898
白细胞计数	0.174	0.372	0.961	0.010	0.228 ~ 1.695

注: REM 快速眼动; AHI 睡眠呼吸暂停低通气指数; BMI 体重指数

切相关^[31];中性粒细胞则与卒中的严重程度、梗死体积和较差的神经功能结局相关^[32]。一项随机对照试验结果表明,急性脑梗死预后不良者白细胞和中性粒细胞计数更高^[33],而根据本研究结果,REM-OSA组的白细胞和中性粒细胞计数高于NREM-OSA组,并且REM-OSA组的预后更差,原因可能是中性粒细胞对脑组织缺血反应敏感,进而加重脑损伤,因此为改善急性脑梗死患者的预后,应在发病早期重点关注患者的白细胞计数和中性粒细胞计数。此外,Logistic回归分析结果显示白细胞计数升高是REM-OSA的危险因素。综上,白细胞计数可能是急性脑梗死伴REM-OSA的预测因素,因此应监测急性脑梗死患者的白细胞计数,这可能对REM-OSA的发生发展起预防作用。

与以往研究不同,本研究还分析了合并OSA的急性脑梗死患者的梗死灶部位,结果显示REM-OSA组基底节部位梗死例数占比高于NREM-OSA组。关于OSA与梗死位置之间的关系尚存在争议,有研究发现梗死部位与OSA的严重程度有关^[34],而另一些研究则表明两者没有关联^[35-36]。造成争议的原因可能是急性脑梗死患者在住院前就已经预先发生了OSA,只是未被诊断^[37]。基底神经节起运动调节功能,其回路的组成部分可能在清醒期^[38]或睡眠调节中发挥重要作用^[39]。一项关于基底节和PD的关系研究结果显示,基底节参与REM期睡眠并对此期睡眠运动产生作用^[40]。此外,REM期睡眠的一个关键特征是存在活跃的肌肉肌张力和觉醒阈值升高^[41]。基于Logistic回归模型,本研究结果支持基底节部位梗死灶与REM-OSA有关。

急性脑梗死患者往往主诉睡眠质量差,可能是OSA引起的气道塌陷所致。本研究结果显示,急性脑梗死患者合并REM-OSA组的睡眠质量低于NREM-OSA组,具体表现为入睡时间和睡眠效率2个维度,这与一项大型队列研究结果一致^[42]。REM睡眠期舌下神经胆碱能抑制导致肌张力下降,进而

上气道较NREM期更容易塌陷,这些不良的呼吸事件可能导致REM-OSA的唤醒阈值降低^[43]。此外,有研究发现REM期杏仁核区域血流量增加,这也可能是REM-OSA患者失眠的原因^[44],REM期的生理特性造成REM-OSA患者的睡眠片段化和主观更差的睡眠质量。此外,脑梗死患者的睡眠质量较健康人群差,超过一半的脑梗死患者主诉睡眠不佳或失眠^[45];加之REM-OSA所造成的睡眠片段化,这对脑梗死后神经组织和神经功能恢复有着严重影响,进而增加认知障碍的风险。综上所述,急性脑梗死患者主诉睡眠质量差应警惕REM-OSA的发生,REM-OSA与预后可能存在关系,因此应将睡眠质量(PSQI)纳入脑梗死预后的评价指标之一。

本研究中,客观PSG资料结果显示REM-OSA组的AHI、觉醒指数、ODI均低于NREM-OSA组。尽管REM-OSA组的呼吸事件相关觉醒指数低于NREM-OSA组患者,但REM的阻塞性呼吸暂停和低通气的毒性大于NREM时的阻塞性呼吸暂停和低通气的毒性。因此对于急性脑梗死患者单以呼吸事件相关觉醒指数来评价这2种OSA的严重程度是不可靠的,需要进一步研究REM-OSA和NREM-OSA对急性脑梗死预后的差异,警惕较低的AHI、觉醒指数和ODI,及时控制REM-OSA的发生发展,采取个体化的诊疗措施,以改善急性脑梗死患者的预后。

本研究结果显示REM-OSA组的mRS得分更高,预后更差。研究显示,快速眼动睡眠的持续时间与新突触的数量相关,并构成为中枢神经系统成熟提供便利条件所需的激活源^[45]。急性脑梗死合并REM-OSA患者睡眠质量差、总睡眠时间减少,导致REM期睡眠时间减少可能对新突触的产生造成不良影响,从而影响了急性脑梗死患者中枢神经系统的预后。此外,还有研究显示,在REM睡眠期间的呼吸暂停和低通气事件与大脑腹内侧前额叶和额岛日间灌注不足有关^[46]。因此,急性脑梗死患者局部脑组织缺血可能会加重REM睡眠期间的不良呼吸事件,REM-OSA又会阻碍中枢神经系统成熟,对急性脑梗死的预后造成不良影响,这形成了一个恶性循环。

本研究局限性:(1)本研究REM-OSA组的样本量较小;(2)本研究是回顾性分析,收集到的数据易产生偏倚;(3)本研究的患者仅进行了1次PSG,可能存在夜间差异;(4)本研究结果不能推广到普通人群。

综上所述,本研究结果显示,与NREM-OSA患者比较,急性脑梗死合并REM-OSA患者的神经功能恢复更差、预后更差。因此在临床上为了改善脑梗死患者的预后,临床医生应重视并积极治疗REM-OSA。

利益冲突 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 研究设计为徐黎文、褚澄,研究实施为徐黎文、褚澄、俞文轶、井甜宇、孙淑彤、郑一希、刘若楠、徐刚,论文撰写、统计分析、论文修订为徐黎文、褚澄审核

参 考 文 献

- [1] Guo J, Xiao Y. New metrics from polysomnography: precision medicine for OSA interventions[J]. *Nat Sci Sleep*, 2023, 15: 69-77. DOI: 10.2147/NSS.S400048.
- [2] Sangchan T, Banhiran W, Chotinaiwattarakul W, et al. Association between REM-related mild obstructive sleep apnea and common cardiometabolic diseases[J]. *Sleep Breath*, 2023, 27(6): 2265-2271. DOI: 10.1007/s11325-023-02821-4.
- [3] Wang Y, Shi C, Luo J, et al. Rapid eye movement (REM)-related obstructive sleep apnea and hypertension: insights from the clinical spectrum of apnea-hypopnea index ratios across REM and non-REM sleep stages in a Chinese cohort[J]. *J Sleep Res*, 2025, 34(4): e14418. DOI: 10.1111/jsr.14418.
- [4] Nair SC, Arjun P, Azeed AK, et al. Proportion of rapid eye movement sleep related obstructive sleep apnea (REM related OSA) in patients with sleep disordered breathing: a cross sectional study[J]. *Lung India*, 2022, 39(1): 38-43. DOI: 10.4103/lungindia.lungindia_64_21.
- [5] Ljunggren M, Naessén T, Theorell-Haglöw J, et al. Rapid eye movement sleep apnea and carotid intima thickness in men and women: a SHE-MUSTACHE cohort study[J]. *J Sleep Res*, 2022, 31(5): e13599. DOI: 10.1111/jsr.13599.
- [6] Aurora RN, McGuffey EJ, Punjabi NM. Natural history of sleep-disordered breathing during rapid eye movement sleep: relevance for incident cardiovascular disease[J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2020, 17(5): 614-620. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201907-5240C.
- [7] Balcan B, Celik Y, Newitt J, et al. REM-predominant obstructive sleep apnea in patients with coronary artery disease[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(15): 4402. DOI: 10.3390/jcm11154402.
- [8] Parra O, Arboix A. Stroke and sleep-disordered breathing: a relationship under construction[J]. *World J Clin Cases*, 2016, 4(2): 33-37. DOI: 10.12998/wjcc.v4.i2.33.
- [9] Benjafield AV, Ayas NT, Eastwood PR, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis[J]. *Lancet Respir Med*, 2019, 7(8): 687-698. DOI: 10.1016/S2213-2600(19)30198-5.
- [10] 金萍萍, 杨琼, 李小刚. 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征与缺血性脑卒中相关性研究现状与展望[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2022, 24(8): 894-896. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2022.08.029.
- [11] Jin PP, Yang Q, Li XG. Research status and prospect of the relationship between obstructive sleep apnea syndrome and ischemic stroke[J]. *Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis*, 2022, 24(8): 894-896.
- [11] Javaheri S, Peker Y, Yaggi HK, et al. Obstructive sleep apnea and stroke: the mechanisms, the randomized trials, and the road ahead[J]. *Sleep Med Rev*, 2022, 61: 101568. DOI: 10.1016/j.smrv.2021.101568.
- [12] Tanayapong P, Kuna ST. Sleep disordered breathing as a cause and consequence of stroke: a review of pathophysiological and clinical relationships[J]. *Sleep Med Rev*, 2021, 59: 101499. DOI: 10.1016/j.smrv.2021.101499.
- [13] Lau HL, Rundek T, Ramos AR. Sleep and stroke: new updates on epidemiology, pathophysiology, assessment, and treatment[J]. *Curr Sleep Med Rep*, 2019, 5(2): 71-82. DOI: 10.1007/s40675-019-00142-1.
- [14] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018 [J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9): 666-682. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004.
- [15] Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale[J]. *Sleep*, 1991, 14(6): 540-545. DOI: 10.1093/sleep/14.6.540.
- [16] Chen NH, Johns MW, Li HY, et al. Validation of a Chinese version of the Epworth sleepiness scale[J]. *Qual Life Res*, 2002, 11(8): 817-821. DOI: 10.1023/A: 1020818417949.
- [17] Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, et al. The Pittsburgh sleep quality index: a new instrument for psychiatric practice and research[J]. *Psychiatry Res*, 1989, 28(2): 193-213. DOI: 10.1016/0165-1781(89)90047-4.
- [18] 刘贤臣, 唐茂芹, 胡蕾, 等. 匹兹堡睡眠质量指数的信度和效度研究[J]. *中华精神科杂志*, 1996, 29(2): 103-107.
- [19] Liu XC, Tang MQ, Hu L, et al. Reliability and validity of the Pittsburgh sleep quality index[J]. *Chin J Psychiatry*, 1996, 29(2): 103-107.
- [20] Brott T, Adams HP Jr, Olinger CP, et al. Measurements of acute cerebral infarction: a clinical examination scale[J]. *Stroke*, 1989, 20(7): 864-870. DOI: 10.1161/01.str.20.7.864.
- [21] 徐威, 赵玉莹, 朱俊颖, 等. 现行NIHSS评分中文译版的勘误及建议正确译文[J]. *神经损伤与功能重建*, 2023, 18(3): 125-130. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssngcj.20230013.
- [22] Xu W, Zhao YY, Zhu JY, et al. Corrections and recommended Chinese translation of the current NIHSS scale[J]. *Neural Inj Funct Reconstr*, 2023, 18(3): 125-130.
- [23] Quinn TJ, Langhorne P, Stott DJ. Barthel index for stroke trials: development, properties, and application[J]. *Stroke*, 2011, 42(4): 1146-1151. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.598540.
- [24] Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index[J]. *Md State Med J*, 1965, 14: 61-65.
- [25] 侯东哲, 张颖, 巫嘉陵, 等. 中文版Barthel指数的信度与效度研究[J]. *临床荟萃*, 2012, 27(3): 219-221.
- [26] Hou DZ, Zhang Y, Wu JL, et al. Reliability and validity of the Chinese version of the Barthel index[J]. *Clin Focus*, 2012, 27(3): 219-221.
- [27] Saver JL, Chaisinanunkul N, Campbell BCV, et al. Standardized nomenclature for modified Rankin scale global disability outcomes: consensus recommendations from Stroke Therapy Academic Industry Roundtable XI[J]. *Stroke*, 2021, 52(9): 3054-3062. DOI: 10.1161/STROKEAHA.121.034480.

- [25] 范玉华, 姬晓晨, 蓝琳芳. 国内脑卒中临床疗效判断方法中改良 Rankin 评分的应用现状 [J]. 中国神经精神疾病杂志, 2015, 41(7): 412-415. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0152.2015.07.006.
Fan YH, Ji XT, Lan LF. Current status of modified Rankin Scale in clinical trials of stroke in China [J]. Chin J Nerv Ment Dis, 2015, 41(7): 412-415.
- [26] Malhotra RK, Kirsch DB, Kristo DA, et al. Polysomnography for obstructive sleep apnea should include arousal-based scoring: an American Academy of Sleep Medicine position statement [J]. J Clin Sleep Med, 2018, 14(7): 1245-1247. DOI: 10.5664/jcsm.7234.
- [27] Al Oweidat K, AlRyalat SA, Al-Essa M, et al. Comparing REM- and NREM-related obstructive sleep apnea in Jordan: a cross-sectional study [J]. Can Respir J, 2018, 2018: 9270329. DOI: 10.1155/2018/9270329.
- [28] Sasai-Sakuma T, Kayaba M, Inoue Y, et al. Prevalence, clinical symptoms and polysomnographic findings of REM-related sleep disordered breathing in Japanese population [J]. Sleep Med, 2021, 80: 52-56. DOI: 10.1016/j.sleep.2021.01.009.
- [29] Yoon CW, Park HK, Bae EK, et al. Sleep apnea and early neurological deterioration in acute ischemic stroke [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(2): 104510. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104510.
- [30] Mokhlesi B, Punjabi NM. "REM-related" obstructive sleep apnea: an epiphenomenon or a clinically important entity [J]. Sleep, 2012, 35(1): 5-7. DOI: 10.5665/sleep.1570.
- [31] Pang X, Qian W. Changes in regulatory T-cell levels in acute cerebral ischemia [J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2015, 35(6): 888-901. DOI: 10.1038/jcbfm.2015.45.
- [32] Jickling GC, Liu D, Ander BP, et al. Targeting neutrophils in ischemic stroke: translational insights from experimental studies [J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2015, 35(6): 888-901. DOI: 10.1038/jcbfm.2015.45.
- [33] Yang MN, Pu SY. The significance of blood routine related indexes and myocardial enzyme spectrum in evaluating the prognosis of patients with cerebral infarction [J]. Clin Res, 2024, 32(1): 12-15. DOI: 10.12385/j.issn.2096-1278(2024)01-0012-04.
- [34] Mekky J, Hafez N, Kholy OE, et al. Impact of site, size and severity of ischemic cerebrovascular stroke on sleep in a sample of Egyptian patients a polysomnographic study [J]. BMC Neurol, 2023, 23(1): 387. DOI: 10.1186/s12883-023-03438-6.
- [35] Mansour AH, Ayad M, El-Khayat N, et al. Post-stroke sleep disorders in Egyptian patients by using simply administered questionnaires: a study from Ain Shams University [J]. Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg, 2020, 56(1): 13. DOI: 10.1186/s41983-020-0148-x.
- [36] Stahl SM, Yaggi HK, Taylor S, et al. Infarct location and sleep apnea: evaluating the potential association in acute ischemic stroke [J]. Sleep Med, 2015, 16(10): 1198-1203. DOI: 10.1016/j.sleep.2015.07.003.
- [37] Redline S, Yenokyan G, Gottlieb DJ, et al. Obstructive sleep apnea-hypopnea and incident stroke: the Sleep Heart Health Study [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2010, 182(2): 269-277. DOI: 10.1164/rccm.200911-1746OC.
- [38] Castillo PR, Benarroch EE. How could the basal ganglia control sleep [J]. Neurology, 2020, 95(7): 302-304. DOI: 10.1212/WNL.000000000010008.
- [39] Brittain JS, Brown P. Oscillations and the basal ganglia: motor control and beyond [J]. Neuroimage, 2014, 85 Pt 2(Pt 2): 637-647. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2013.05.084.
- [40] Verma AK, Acosta Lenis SF, Aman JE, et al. Basal ganglia engagement during REM sleep movements in Parkinson's disease [J]. NPJ Parkinsons Dis, 2022, 8(1): 116. DOI: 10.1038/s41531-022-00382-z.
- [41] Berger AJ. What causes muscle atonia in REM? [J]. Sleep, 2008, 31(11): 1477-1478. DOI: 10.1093/sleep/31.11.1477.
- [42] Hoshino T, Sasanabe R, Murotani K, et al. Insomnia as a symptom of rapid eye movement-related obstructive sleep apnea [J]. J Clin Med, 2020, 9(6): 1821. DOI: 10.3390/jcm9061821.
- [43] Grandner MA, Malhotra A. Connecting insomnia, sleep apnoea and depression [J]. Respirology, 2017, 22(7): 1249-1250. DOI: 10.1111/resp.13090.
- [44] Karuga F, Kaczmarek P, Bialasiewicz P, et al. REM-OSA as a tool to understand both the architecture of sleep and pathogenesis of sleep apnea—literature review [J]. J Clin Med, 2023, 12(18): 5907. DOI: 10.3390/jcm12185907.
- [45] Falck RS, Best JR, Davis JC, et al. Sleep and cognitive function in chronic stroke: a comparative cross-sectional study [J]. Sleep, 2019, 42(5): zsz040. DOI: 10.1093/sleep/zsz040.
- [46] Baril AA, Gagnon K, Brayet P, et al. Obstructive sleep apnea during REM sleep and daytime cerebral functioning: a regional cerebral blood flow study using high-resolution SPECT [J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2020, 40(6): 1230-1241. DOI: 10.1177/0271678X18814106.

(收稿日期: 2024-09-23)

(本文编辑: 王影)