

· 论著 ·

DOI: 10.12464/j.issn.0253-9802.2024-0314

医务人员倒班相关睡眠障碍情况及其影响因素分析

王沁^{1,2}, 郑彦晴¹, 郭娜¹, 邢纪斌¹, 周少丽¹✉

(1. 中山大学附属第三医院麻醉科, 广东 广州 510630; 2. 中国人民解放军陆军第 74 集团军医院麻醉科, 广东 广州 524400)

【摘要】 目的 通过问卷调查了解医务人员倒班相关睡眠障碍(SWD)情况及其影响因素,以改进医务人员睡眠认知及个人睡眠行为,提高其倒班工作睡眠质量,从而优化医疗服务体系,造福病患群体。方法 采用随机抽样的方法,选取 500 名医务人员进行上夜班期间因早醒而无法再入睡困难程度、上夜班期间醒着时自我感觉舒适度、上夜班期间打瞌睡的可能性、休息至少 2 d 后开车时打瞌睡或睡着等 4 个维度 SWD 问卷调查,采用单因素分析及多因素二元 Logistic 回归分析这 4 个维度 SWD 的影响因素。结果 500 名调查对象中,在过去的一个月里上全夜班时遇到过早醒而无法再次入睡者占 88.2%、醒着时自我感觉舒适度下降者占 88.0%、上全夜班期间有可能打瞌睡者占 85.2%,在至少休息 2 d 后开车时有可能打瞌睡或睡着者占 56.0%。根据每个人的 SWD 风险计算可知,有 72% 参与者为 SWD 高风险人群,其余 28% 参与者为 SWD 低风险人群。多因素二元 Logistic 回归分析显示,婚姻状况(总体检验 $P = 0.011$,以未婚为参照,已婚 $OR = 2.322$ 、95%CI 1.328~4.058、 $P = 0.003$)、非夜班期间有服用助眠药等($OR = 5.678$, 95%CI 1.350~23.872, $P = 0.018$)均为夜班期间早醒而不能入睡的影响因素;压力情况($OR = 3.732$, 95%CI 1.072~12.996, $P = 0.039$)和非夜班期间服用助眠药物等($OR = 5.731$, 95%CI 1.367~24.031, $P = 0.017$)是夜班期间醒着自觉舒适度下降的影响因素;运动情况($OR = 0.540$, 95%CI 0.325~0.895, $P = 0.017$)和压力情况($OR = 5.246$, 95%CI 1.616~17.025, $P = 0.006$)是夜班期间打瞌睡的影响因素;婚姻情况(总体检验 $P = 0.043$,以未婚为参照,已婚 $OR = 1.509$ 、95%CI 1.024~2.224、 $P = 0.037$)、光暴露时间(总体检验 $P = 0.003$,以光暴露时间 <1 h 为参照,光暴露时间 3~<6 h $OR = 0.410$ 、95%CI 0.208~0.825、 $P = 0.012$)和夜班期间小睡($OR = 0.640$, 95%CI 0.422~0.972, $P = 0.036$)是“休息至少 2 d 后开车时打瞌睡”的保护因素。结论 医务人员中 SWD 较为常见,尤其已婚者及非夜班期间服用助眠药物者发生 SWD 风险较高,舒缓压力、增加适当的运动、增加夜班期间小睡、光照 3~<6 h 可能有助于提高其睡眠质量。

【关键词】 倒班相关睡眠障碍;倒班综合征;问卷调查;影响因素;医务人员

Analysis of shift work disorder and its influencing factors in medical staff

WANG Qin^{1,2}, ZHENG Yanqing¹, GUO Na¹, XING Jibin¹, ZHOU Shaoli¹✉

(1. Department of Anesthesiology, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China; 2. Department of Anesthesiology, the 74th Army Group Hospital of the PLA, Guangzhou 524400, China)

Corresponding author: ZHOU Shaoli, E-mail: zhshli@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To investigate the status of shift work disorder(SWD) and influencing factors in medical staff, aiming to improve individual sleep cognition and sleep behavior of medical staffs and enhance the quality of shift work sleep, thereby optimizing medical service system and benefiting the patients. **Methods** Five hundred medical staff were selected by random sampling method to conduct a questionnaire survey of SWD in four dimensions including the situation of waking up early and unable to fall back to sleep, the perceived comfort of waking up during night shift, the possibility of dozing off during night shift, and the situation of dozing off or falling asleep while driving after at least 2 days rest during night shift. Influencing factors of SWD were analyzed from these four dimensions by using univariate and multivariate binary Logistic regression analyses. **Results** Among 500 respondents, 88.2% of them experienced the situation of waking up early and unable to fall back to sleep during night shift in the past month, 88.0% for those with decreased

收稿日期: 2024-08-09

基金项目: 广东省基础与应用基础研究基金企业联合基金(2021A1515220061); 广东省医学会偏向性激动剂-新型阿片类镇痛药物医学研究项目专项资金(GDMA202498002); 中山大学附属第三医院临床研究专项基金(YHJH202307和QHJH201902)

共同第一作者: 王沁, 硕士研究生, 研究方向: 睡眠障碍的临床研究, E-mail: 775830821@qq.com; 郑彦晴, 硕士研究生, 研究方向: 睡眠障碍的临床和基础研究, E-mail: 1181153285@qq.com

通信作者: 周少丽, 主任医师, 博士生导师, 研究方向: 睡眠障碍和疼痛治疗的临床和基础研究、无抽搐电休克治疗精神疾病机制和不良反应防治, E-mail: zhshli@mail.sysu.edu.cn

perceived comfort of waking up during night shift in the past month, 85.2% with the possibility of dozing off during night shift in the past month and 56.0% with the situation of dozing off or falling asleep while driving after at least 2 days rest during night shift in the past month, respectively. According to the risk of SWD in all respondents, 72% of them had high-risk SWD and the remaining 28% had low-risk SWD. Multivariate binary Logistic regression analysis showed that marital status ($P = 0.011$ for overall test; OR = 2.322, 95%CI: 1.328-4.058, $P = 0.003$ for married *versus* single), and intake of hypnotics during non-night shift (OR = 5.678, 95%CI: 1.350-23.872, $P = 0.018$) were both influencing factors of waking up early and unable to fall back to sleep during night shift. Stress (OR = 3.732, 95%CI: 1.072-12.996, $P = 0.039$) and intake of hypnotics during non-night shift (OR = 5.731, 95%CI: 1.367-24.031, $P = 0.017$) were influencing factors of decreased perceived comfort of waking up during night shift. Exercise (OR = 0.540, 95%CI: 0.325-0.895, $P = 0.017$) and stress (OR = 5.246, 95%CI: 1.616-17.025, $P = 0.006$) were influencing factors of dozing off during night shift. Marital status ($P = 0.043$ for overall test; OR = 1.509, 95%CI: 1.024-2.224, $P = 0.037$ for married *versus* single), duration of light exposure ($P = 0.003$ for overall test; OR = 0.410, 95%CI: 0.208-0.825, $P = 0.012$ for 3~<6 h *versus* <1 h light exposure) and nap during night shift (OR = 0.640, 95%CI: 0.422-0.972, $P = 0.036$) were protective factors of dozing off while driving after at least 2 days rest. **Conclusions** SWD is relatively common in medical staff, especially the married and those who take hypnotics during non-night shift are at a higher risk of SWD. Relieving stress, increasing appropriate exercise, increasing nap and light exposure for 3~<6 h during night shift may help improve the quality of sleep.

【Key words】 Shift work disorder; Shift work syndrome; Shift Work Sleep Disorder Screening Questionnaire; Influencing factor; Medical staff

为适应社会快速发展的需求,社会上各行各业的倒班工作安排变得十分普遍,但同时倒班工作给自身带来许多身心健康的问题,如心血管疾病、抑郁焦虑、身体疼痛等,越来越多倒班从业者到医院睡眠门诊或心理科寻求治疗。其中最常见倒班综合征就是倒班相关睡眠障碍(shift work disorder, SWD)^[1-2]。SWD 又称倒班工作睡眠紊乱,指个体工作时间与社会常规工作时间(8—18 点)不一致,而导致的夜间失眠及过多的日间思睡,可引起从业者警觉性和认知功能下降、精神不振、社交及职业执行能力下降、激惹增高或抑郁、自主神经功能紊乱、内分泌功能受损,增加心血管疾病等慢性疾病的患病风险^[3-4]。良好的睡眠有利于生活质量和健康水平的提升。对于 SWD 可以使用行为疗法、处方疗法和非处方疗法治疗。目前的治疗指南建议采取非药物干预措施,如锻炼和暴露在阳光下。此外,含有褪黑素或咖啡因的药物可能对一些 SWD 患者有临床益处,但因个体差异大而治疗效果不一^[5]。

目前国内外对医务人员 SWD 的影响因素相关研究仍然很少,但深受其影响的人群明显增多,根据国际睡眠障碍分类第 3 版(International Classification of Sleep Disorders-third edition, ICSD-3),SWD 人群是指由于在通常的睡眠时间段外工作而引起睡眠障碍者,SWD 在相关从业人员中的患病率高达 10%~38%。本研究旨在调查广东省医务人员的个人情况及其睡眠状况,分析可能导致

SWD 的影响因素,为改进医务人员睡眠认知及个人行为纠正,优化医疗服务体系提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

研究团队于 2024 年 7 月通过网络在线招募长期从事倒班工作的医务人员参与研究。纳入标准:①年龄 20~60 岁的广东省内医务工作人员,既往体健,无严重器质性疾病;②参与者长期参与 8—18 点以外的工作,参与时间 ≥ 3 个月。排除标准:当前存在的其他睡眠障碍、躯体或神经病学障碍、精神障碍、药物使用或物质滥用不能解释的睡眠障碍者。参与者在接受问卷调查前均被告知问卷调查目的、内容及用途,知晓可能存在的风险和应有的权利,且有权随时无理由退出本试验。本研究通过中山大学附属第三医院医学伦理委员会批准(批件号:中大附三医伦 II 2024-306-01)。

1.2 抽样方法

采用目的抽样法,通过微信小程序问卷星调查方式向符合前述标准的研究收集调查问卷样本。最小样本量估计的方法依据公式: $n = Z^2 [p(1-p)]/e^2$ 。取置信水平 95%, $Z = 1.96$, $p = 0.5$, $e = 0.05$,计算得 $n = 384$ 。本次发放了 537 份问卷,回收有效问卷 500 份,所有受访者均在研究者的指导下由本人完成问卷的填写,回收率为 93.10%,每份问卷完成率 100%。受访者反馈在填写过程中接受度可。

1.3 调查工具

自拟 SWD 调查综合问卷^[68]，主要内容：①基本个人信息，包括性别、年龄、体质量指数（body mass index, BMI）、受教育程度、工作年限、婚育情况等；②个人日常情况，包括饮酒史、吸烟、运动情况、压力状况、助眠药物服用史等；③倒班工作情况，包括值班期间光暴露强度、光暴露时间、夜班期间小睡情况等；④ SWD 筛查问卷^[9]。

SWD 筛查问卷是 Barger 团队针对筛查 SWD 情况制定的简易问卷，内容包括上夜班期间因早醒而无法再入睡困难程度、上夜班期间醒着时自我感觉舒适度、上夜班期间打瞌睡的可能性、休息至少 2 d 后开车时打瞌睡或睡着的可能，每个问题有 4 个选项，选项分别为“正常 / 没有困难 / 没有可能”（得分为 1）、“有点下降 / 有点困难 / 有点可能”（得分为 2）、“有些下降 / 有些困难 / 有些可能”（得分为 3）、“严重下降 / 非常困难 / 非常可能”（得分为 4）。该筛查问卷对倒班睡眠障碍阳性预测值为 89%，阴性预测值为 62%。其中。上夜班期间因早醒而无法再入睡困难程度和不利昼夜节律的失眠主诉特征有关；上夜班期间醒着时自我感觉舒适度、上夜班期间打瞌睡的可能性与白天过度

嗜睡和健康受损有关；休息至少 2 d 后开车时打瞌睡或睡着的可能与夜班工作后休息期间嗜睡的发生有关，见表 2。评估 SWD 的风险：将表 1 每个问题的选项对应数字与其中列出的分类函数系数相乘，再加上每列的常数，然后将 SWD 高风险一栏中的得分与低风险一栏中的得分进行比较，若高风险得分高于低风险得分，则受访者属于 SWD 高风险人群，反之同理，见表 1。本调查使用的筛查问卷 Cronbach's α 系数为 0.803>0.7，说明其内部一致性较好；依据 KMO 值选择合适的因子分析方法计得 KMO 为 0.899，且 $P < 0.05$ ，说明适用验证性因子分析方法。因变量在单个维度上的载荷高于 0.5，属于有效题项，通过了效度检验，见表 2。

1.4 统计学方法

使用 SPSS 27.0 进行数据统计分析。计数资料采用 n （%）描述，组间比较采用 χ^2 检验。将单因素分析差异有统计学意义者纳入多因素分析，对夜班期间因早醒而无法再入睡、夜班期间醒着自觉舒适度、夜班期间打瞌睡和休息至少 2 d 后开车时打瞌睡进行多因素二元 Logistic 回归分析（向前法，为便于统计，将答案 1 定为否，答案 2、3、

表 1 倒班相关睡眠障碍筛查问卷的内容及分类

Table 1 Content and classification of Shift related Sleep Disorder Screening Questionnaire

序号	内 容	分类函数系数	
		低风险	高风险
1	在过去一个月里，当您在值夜班期间，您是否遇到过早醒而无法再次入睡的困难： 1. 没有可能 2. 有点可能 3. 有些可能 4. 非常有可能	1.576	2.240
2	在过去一个月里，当您在值夜班期间，您醒着时自我感觉舒适的情况是： 1. 正常 2. 有点下降 3. 有些下降 4. 严重下降	1.305	2.406
3	在过去一个月里，您在值夜班期间打瞌睡的可能性有多大： 1. 没有困难 2. 有点困难 3. 有些困难 4. 非常困难	1.204	1.615
4	在至少休息 2 d 之后，您开车 * 时打瞌睡或睡着的可能性有多大： 1. 没有可能 2. 有点可能 3. 有些可能 4. 非常有可能	0.949	0.412
常数		-5.189	-8.859

注：* 对于不开车者，此处以休息期间做一些需要专注力的事情为替代。

表 2 倒班相关睡眠障碍筛查问卷的验证性因子分析

Table 2 Confirmatory factor analysis of Shift related Sleep Disorder Screening Questionnaire

序号	内 容	成分	
		1	2
1	在过去一个月里，您在值夜班期间打瞌睡的可能性有多大？	-0.100	0.768
2	在过去一个月里，当您在值夜班期间，您醒着时自我感觉舒适的情况是？	0.136	0.753
3	在至少休息 2 d 之后，您开车时打瞌睡或睡着的可能性有多大？	0.197	0.664
4	在过去一个月里，当您在值夜班期间，您是否遇到过早醒而无法再次入睡的困难？	0.441	0.502

注：提取方法为主成分分析法，该表为旋转后的成分矩阵，旋转方法为凯撒正态化最大方差法，旋转在 3 次迭代后已收敛。

4 定为是), 各调查内容作为变量的赋值情况见表 3, 多分类资料指定第一类为参照, 各维度的容差均大于 0.1, 方差膨胀因子均小于 10, 不存在共线性。 $\alpha=0.05$ 。

表 3 Logistic 回归分析变量赋值
Table 3 Logistic regression analysis variable assignment

序 号	变 量	赋 值
1	性别	男 =1, 女 =2
2	年龄	25~34 岁 =1, 35~44 岁 =2, 45~55 岁 =3
3	BMI	BMI<18.5 kg/m ² =1, 18.5~<24.0 kg/m ² =2, 24.0~<28.0 kg/m ² =3, ≥ 28.0 kg/m ² =4
4	受教育程度	大专及以下 =1, 本科 =2, 硕士 =3, 博士及以上 =4
5	工作年限	<2 年 =1, 2~5 年 =2, 6~11 年 =3, 12~20 年 =4, >20 年 =5
6	婚姻情况	未婚 =1, 已婚 =2, 离异或丧偶 =3
7	育儿情况	未育 =1, 育有 1 孩 =2, 育有 2 孩或以上 =3
8	饮酒情况	无 =1, 有 =2
9	吸烟情况	无 =1, 有 =2
10	运动情况	无 =1, 有 =2
11	压力情况	无 =1, 有 =2
12	夜间值班光暴露强度	无 =1, 有 =2
13	夜间值班光暴露时间	<1 h=1, 1~<3 h=2, 3~<6 h=3, ≥ 6 h=4
14	夜班期间小睡情况	无 =1, 有 =2
15	非夜班期间服用助眠药等	无 =1, 有 =2
16	值夜班期间遇到过早醒而无法再次入睡的困难情况	否 =0, 是 =1
17	夜班期间醒着时自觉舒适下降情况	否 =0, 是 =1
18	夜班期间打瞌睡的可能性	否 =0, 是 =1
19	开车时打瞌睡的可能性	否 =0, 是 =1

2 结 果

2.1 倒班相关睡眠障碍问卷调查结果

2.1.1 个人基本资料

本次调查对象中, 男性 184 人 (36.8%), 女性 316 人 (63.2%); 年龄 <35 岁 270 人 (49.4%), 年 龄 35~44 岁 175 人 (39.6%), 年 龄 ≥ 45~60 岁 55 人 (11.0%); BMI ≤ 18.5 kg/m² 有 41 人, 18.5~23.9 kg/m² 有 298 人, 24.0~27.9 kg/m² 有 131 人, ≥ 28.0 kg/m² 有 30 人; 受教育程度大专及以下 45 人 (9.0%), 本科 331 人 (66.2%), 硕士 111 人 (22.2%), 博士及以上 13 人 (2.6%); 工作年限 <2 年 63 人 (12.6%), 2~5 年 85 人 (17.6%), 6~11 年 108 人 (21.6%), 12~20 年 170 人 (34.0%), >20 年 74 人 (14.8%); 婚姻状况为未婚 164 人 (32.8%), 已婚 322 人 (64.4%), 离异或丧偶 14 人 (2.8%); 未育为 214 人 (42.8%), 育有 1 孩为 152 人 (30.4%), 育有 2 孩或以上为 134 人 (26.8%)。

2.1.2 个人日常状况

无吸烟为 451 人 (90.2%), 有吸烟为 49 人

(9.8%); 无饮酒史有 439 人 (87.8%), 有饮酒史有 61 人 (12.2%); 无压力为 12 人 (2.4%), 有压力为 488 人 (97.6%); 无规律运动为 320 人 (64.0%), 有规律运动为 180 人 (36.0%); 非夜班期间无使用助眠药等为 423 人 (84.6%), 有使用助眠药等为 77 人 (15.4%)。

2.1.3 倒班工作情况

夜班期间无光暴露为 49 人 (9.8%), 有光暴露为 451 人 (90.2%); 夜班期间光暴露时间 1 h 内有 61 人 (12.2%), 1~<3 h 有 63 人 (12.6%), 3~<6 h 有 85 人 (17%), ≥ 6 h 有 291 人 (58.2%); 夜班期间无小睡有 142 人 (28.4%), 有小睡有 358 人 (71.6%)。

2.1.4 倒班相关睡眠障碍情况

在过去的一个月里上全夜班时遇到过早醒而无法再次入睡的人数有 441 人 (88.2%)、醒着时自我感觉舒适度下降的人数有 440 人 (88.0%)、上全夜班期间有可能打瞌睡的人数有 426 人 (85.2%), 在至少休息 2 d 后开车时有可能打瞌睡或睡着的人数有 280 人 (56.0%)。根据每个人的 SWD 风险计算可知, 有 360 人 (72.0%) 被调查者是 SWD 高风险

人群，其余 140 人（28.0%）被调查者是 SWD 低风险人群。

2.2 倒班相关睡眠障碍的影响因素分析

2.2.1 夜班期间因早醒无法入睡的影响因素分析

单因素分析显示，婚姻状况、生育状况、压

力情况、夜班期间光暴露强度和非夜班期间有服用助眠药等均与夜班期间早醒而不能入睡有关（均 $P < 0.05$ ），见表 4。多因素分析显示，婚姻状况（总体检验 $P = 0.011$ ；以未婚为参照，已婚 $OR = 2.322$ ，95%CI 1.328~4.058， $P = 0.003$ ）、非

表 4 夜班期间因早醒无法入睡的单因素分析结果

Table 4 Single factor analysis results of inability to fall asleep due to early awakening during night shifts

项 目	分类	夜班期间因早醒无法入睡 /n (%)		χ^2 值	P 值
		是	否		
性别	男	157 (85.3)	27 (14.7)	2.310	0.129
	女	284 (89.9)	32 (10.1)		
年龄	<35 岁	238 (88.1)	32 (11.9)	0.549	0.760
	35~<45 岁	156 (89.1)	19 (10.9)		
	≥ 45 岁	47 (85.5)	8 (14.5)		
BMI	<18.5 kg/m ²	36 (87.8)	5 (12.2)	0.318	0.957
	18.5~<24.0 kg/m ²	264 (88.6)	34 (11.4)		
	24.0~<28.0 kg/m ²	114 (87.0)	17 (13.0)		
	≥ 28.0 kg/m ²	27 (90.0)	3 (10.0)		
受教育程度	大专及以下	39 (86.7)	6 (13.3)	2.108	0.550
	本科	296 (89.4)	35 (10.6)		
	硕士	94 (84.7)	17 (15.3)		
	博士及以上	12 (92.3)	1 (7.7)		
工作年限	2 年以内	50 (79.4)	13 (20.6)	9.281	0.054
	2~5 年	73 (85.9)	12 (14.1)		
	6~11 年	100 (92.6)	8 (7.4)		
	12~20 年	155 (91.2)	15 (8.8)		
	20 年以上	63 (85.1)	11 (14.9)		
婚姻情况	未婚	134 (81.7)	30 (18.3)	9.916	0.007
	已婚	294 (91.3)	28 (8.7)		
	离异或丧偶	13 (92.9)	1 (7.1)		
生育情况	未育	180 (84.1)	34 (15.9)	9.004	0.011
	育有 1 孩	134 (88.2)	18 (13.8)		
	育有 2 孩或以上	127 (94.8)	7 (5.2)		
吸烟	无	399 (88.5)	52 (11.5)	0.323	0.570
	有	42 (85.7)	7 (14.3)		
饮酒	无	386 (87.9)	53 (12.1)	0.257	0.612
	有	55 (90.2)	6 (9.8)		
压力情况	无	8 (66.7)	4 (33.3)	5.478	0.019
	有	433 (88.7)	55 (11.3)		
运动情况	无	283 (88.4)	37 (11.6)	0.048	0.826
	有	158 (87.8)	22 (12.2)		
光暴露强度	无	39 (79.6)	10 (20.4)	3.868	0.049
	有	402 (89.1)	49 (10.9)		
光暴露时间	<1 h	50 (82.0)	11 (18.0)	3.592	0.309
	1~<3 h	54 (85.7)	9 (14.3)		
	3~<6 h	75 (88.2)	10 (11.8)		
	≥ 6 h	262 (90.0)	29 (10.0)		
夜班期间小睡情况	无	125 (88.0)	17 (12.0)	0.006	0.940
	有	316 (88.3)	42 (11.7)		
非夜班期间有服用助眠药等	无	366 (86.5)	57 (13.5)	7.406	0.007
	有	75 (97.4)	2 (2.6)		

夜班期间有服用助眠药等 (OR = 5.678, 95%CI 1.350~23.872, $P = 0.018$) 均为夜班期间早醒而不能入睡的影响因素。

2.2.2 夜班期间醒着自觉舒适度的影响因素分析

单因素分析显示, 压力情况、运动情况、夜班期间光暴露时间、非夜班期间服用助眠药物等均与夜班期间醒着自觉舒适度下降有关 (均 $P < 0.05$), 见表 5。多因素分析显示, 压力情况 (OR = 3.732, 95%CI 1.072~12.996, $P = 0.039$) 和非夜班期间服用助眠药物等 (OR = 5.731, 95%CI 1.367~24.031, $P = 0.017$) 是夜班期间醒着自觉舒适度下降的影响因素。

表 5 夜班期间醒着时自觉舒适度下降的单因素分析结果
Table 5 Single factor analysis results of perceived comfort decrease while awake during night shift

项 目	分类	夜班期间醒着时自觉舒适度下降 /n (%)		χ^2 值	P 值
		是	否		
性别	男	157 (85.3)	27 (14.7)	1.971	0.160
	女	283 (89.6)	33 (10.4)		
年龄	<35 岁	235 (87.0)	35 (13.0)	1.440	0.487
	35~<45 岁	158 (90.3)	17 (9.7)		
	≥ 45 岁	47 (85.5)	8 (14.5)		
BMI	<18.5 kg/m ²	39 (95.1)	2 (4.9)	2.692	0.442
	18.5~23.9 kg/m ²	258 (86.6)	40 (13.4)		
	24.0~27.9 kg/m ²	116 (88.5)	15 (11.5)		
	≥ 28.0 kg/m ²	27 (90.0)	3 (10.0)		
受教育程度	大专及以下	36 (80.0)	9 (20.0)	3.430	0.330
	本科	292 (88.2)	39 (11.8)		
	硕士	100 (90.1)	11 (9.9)		
	博士及以上	12 (92.3)	1 (7.7)		
工作年限	<2 年	59 (93.7)	4 (6.3)	4.763	0.312
	2~5 年	72 (84.7)	13 (15.3)		
	6~11 年	94 (87.0)	14 (13.0)		
	12~20 年	153 (90.0)	17 (10.0)		
	>20 年	62 (83.8)	12 (16.2)		
婚姻情况	未婚	146 (89.0)	18 (11.0)	0.640	0.726
	已婚	281 (87.3)	41 (12.7)		
	离异或丧偶	13 (92.9)	1 (7.1)		
生育情况	未育	190 (88.8)	24 (11.2)	1.311	0.519
	育有 1 孩	130 (85.5)	22 (14.5)		
	育有 2 孩或以上	120 (89.6)	14 (10.4)		
吸烟	无	399 (88.5)	52 (11.5)	0.963	0.326
	有	41 (83.7)	8 (16.3)		
饮酒史	无	388 (88.4)	51 (11.6)	0.499	0.480
	有	52 (85.2)	8 (14.8)		
压力情况	无	7 (58.3)	5 (41.7)	10.247	0.001
	有	433 (88.7)	55 (11.3)		
运动情况	无	289 (90.3)	31 (9.7)	4.501	0.034
	有	151 (83.9)	29 (16.1)		
光暴露强度	无	39 (79.6)	10 (20.4)	3.637	0.057
	有	401 (88.9)	50 (11.1)		
光暴露时间	<1 h	48 (78.7)	13 (21.3)	9.467	0.024
	1~<3 h	53 (84.1)	10 (15.9)		
	3~<6 h	73 (85.9)	12 (14.1)		
	≥ 6 h	266 (91.4)	25 (8.6)		
夜班期间小睡情况	无	121 (85.2)	21 (14.8)	1.461	0.227
	有	319 (89.1)	39 (10.9)		
非夜班期间服用助眠药等	无	365 (86.3)	58 (13.7)	7.620	0.006
	有	75 (97.4)	2 (2.6)		

2.2.3 夜班期间打瞌睡的影响因素分析

单因素分析显示, 受教育程度、压力情况、运动情况与夜班期间打瞌睡有关 (均 $P < 0.05$), 见表 6。多因素分析显示, 运动情况 (OR = 0.540,

95%CI 0.325~0.895, $P = 0.017$) 和压力情况 (OR = 5.246, 95%CI 1.616~17.025, $P = 0.006$) 是夜班期间打瞌睡的影响因素。

表 6 夜班期间打瞌睡的单因素分析结果
Table 6 Single factor analysis results of drowsiness during night shift

项 目	分类	夜班期间打瞌睡 /n (%)		χ^2 值	P 值
		是	否		
性别	男	156 (84.8)	28 (15.2)	0.040	0.841
	女	270 (85.4)	46 (14.6)		
年龄	<35 岁	225 (83.3)	45 (16.7)	1.788	0.409
	35~<45 岁	152 (86.9)	23 (13.1)		
	≥ 45 岁	49 (89.1)	6 (10.9)		
BMI	<18.5 kg/m ²	38 (92.7)	3 (7.3)	2.909	0.406
	18.5~23.9 kg/m ²	255 (85.6)	43 (14.4)		
	24.0~27.9 kg/m ²	109 (83.2)	22 (16.8)		
	≥ 28.0 kg/m ²	24 (80.0)	6 (20.0)		
受教育程度	大专及以下	34 (75.6)	11 (24.4)	7.900	0.048
	本科	279 (84.3)	52 (15.7)		
	硕士	100 (90.1)	11 (9.9)		
	博士及以上	13 (100.0)	0 (0)		
工作年限	<2 年	53 (84.1)	10 (15.9)	0.797	0.939
	2~5 年	73 (85.9)	12 (14.1)		
	6~11 年	90 (83.3)	18 (16.7)		
	12~20 年	145 (85.3)	25 (14.7)		
	>20 年	65 (87.8)	9 (12.2)		
婚姻情况	未婚	135 (82.3)	29 (17.7)	2.061	0.357
	已婚	278 (86.3)	44 (13.7)		
	离异或丧偶	13 (92.9)	1 (7.1)		
生育情况	未育	181 (84.6)	33 (15.4)	0.119	0.942
	育有 1 孩	130 (85.5)	22 (14.5)		
	育有 2 孩或以上	115 (85.8)	19 (14.2)		
吸烟	无	387 (85.8)	64 (14.2)	1.355	0.244
	有	39 (79.6)	10 (20.4)		
饮酒史	无	378 (86.1)	61 (13.9)	2.336	0.126
	有	48 (85.7)	13 (21.3)		
压力情况	无	6 (50.0)	6 (50.0)	12.081	0.001
	有	420 (86.1)	68 (13.9)		
运动情况	无	283 (88.4)	37 (11.6)	7.389	0.007
	有	143 (79.4)	33 (20.6)		
光暴露强度	无	40 (81.6)	9 (18.4)	0.548	0.459
	有	386 (85.6)	65 (14.4)		
光暴露时间	<1 h	50 (82.0)	11 (18.0)	4.527	0.210
	1~<3 h	50 (79.4)	13 (20.6)		
	3~<6 h	70 (82.4)	15 (17.6)		
	≥ 6 h	256 (88.0)	35 (12.0)		
夜班期间小睡情况	无	122 (85.9)	20 (14.1)	0.081	0.777
	有	304 (84.9)	54 (15.1)		
非夜班期间服用助眠药等	无	357 (84.4)	66 (15.6)	1.404	0.236
	有	69 (89.6)	8 (10.4)		

2.2.4 至少休息 2 d 后开车有打瞌睡的影响因素分析

单因素分析显示, 婚姻情况、夜班期间光暴露时间、夜班期间小睡与休息至少 2 d 后开车时打瞌睡有关 (均 $P < 0.05$), 见表 7。多因素分析显示, 婚姻情况 (总体检验 $P = 0.043$, 以未婚为参照, 已

婚 $OR = 1.509$ 、95%CI 1.024~2.224、 $P = 0.037$)、光暴露时间 (总体检验 $P = 0.003$, 以光暴露时间 $< 1\text{ h}$ 为参照, 光暴露时间 3~<6 h $OR = 0.410$ 、95%CI 0.208~0.825、 $P = 0.012$) 和夜班期间小睡 ($OR = 0.640$, 95%CI 0.422~0.972, $P = 0.036$) 是“休息至少 2 d 后开车时打瞌睡”的保护因素。

表 7 至少休息 2 d 后开车有打瞌睡的单因素分析结果
Table 7 Analysis of influencing factors of drowsiness while driving after at least 2 days of rest

项 目	分类	至少休息 2 d 后开车有打瞌睡 /n (%)		χ^2 值	P 值
		是	否		
性别	男	107 (58.2)	77 (41.8)	0.547	0.459
	女	173 (54.7)	143 (45.3)		
年龄	<35 岁	140 (51.9)	130 (48.1)	4.311	0.116
	35~<45 岁	108 (61.7)	67 (38.3)		
	≥ 45 岁	32 (58.2)	23 (41.8)		
BMI	<18.5 kg/m ²	22 (53.7)	19 (46.3)	0.768	0.857
	18.5~23.9 kg/m ²	170 (57.0)	128 (43.0)		
	24.0~27.9 kg/m ²	70 (53.4)	61 (46.6)		
	≥ 28.0 kg/m ²	18 (60.0)	12 (40.0)		
受教育程度	大专及以下	24 (53.3)	21 (46.7)	1.177	0.759
	本科	191 (57.7)	140 (42.3)		
	硕士	58 (52.3)	53 (47.7)		
	博士及以上	7 (53.8)	6 (46.2)		
工作年限	<2 年	28 (44.4)	35 (55.6)	5.461	0.243
	2~5 年	47 (55.3)	38 (44.7)		
	6~11 年	58 (53.7)	50 (46.3)		
	12~20 年	102 (60.0)	68 (40.0)		
	>20 年	45 (60.8)	29 (39.2)		
婚姻情况	未婚	80 (48.8)	84 (51.2)	7.313	0.026
	已婚	189 (56.7)	133 (41.3)		
	离异或丧偶	11 (78.6)	3 (21.4)		
生育情况	未育	112 (52.3)	102 (47.7)	9.991	0.125
	育有 1 孩	80 (52.6)	72 (47.4)		
	育有 2 孩或以上	88 (65.7)	46 (34.3)		
吸烟	无	251 (55.7)	200 (44.3)	0.223	0.636
	有	29 (59.2)	20 (40.8)		
饮酒史	无	243 (55.4)	196 (44.6)	0.611	0.434
	有	37 (60.7)	24 (39.3)		
压力情况	无	5 (41.7)	7 (58.3)	1.025	0.311
	有	275 (56.4)	213 (43.6)		
运动情况	无	184 (57.5)	136 (42.5)	0.812	0.368
	有	96 (53.3)	84 (46.7)		
光暴露强度	无	27 (55.1)	22 (44.9)	0.018	0.894
	有	253 (56.1)	198 (43.9)		
光暴露时间	<1 h	36 (59.0)	25 (41.0)	17.955	<0.001
	1~<3 h	37 (58.7)	26 (41.3)		
	3~<6 h	30 (35.3)	55 (64.7)		
	$\geq 6\text{ h}$	177 (60.8)	114 (39.2)		
夜班期间小睡情况	无	93 (65.5)	49 (34.5)	7.253	0.007
	有	187 (52.2)	171 (47.8)		
非夜班期间服用助眠药等	无	235 (55.6)	188 (44.4)	0.220	0.639
	有	45 (58.4)	32 (41.6)		

3 讨 论

医学领域对于睡眠的研究由来已久,影响睡眠的因素得到了较深入的研究,取得了广泛的共识。但影响睡眠的职业相关危险因素如倒班工作的研究还相对较少,未有系统的相关文献。本研究通过调查广东省内医务人员的倒班工作睡眠情况,明确倒班工作睡眠相关影响因素及减少 SWD 的有效措施,对改善个人睡眠有重要的现实意义。

3.1 人口学特征与 SWD 的联系

在本次研究中,根据 500 名被调查者的 SWD 风险计算可知,有 360 名被调查者是 SWD 高风险人群,占比高达 72%,说明医务人员群体患 SWD 的风险很高,远高于 ICSD-3 公布的社会普遍夜班工人 SWD 患病率。本研究运用 Logistic 回归分析性别、年龄、BMI、工作年限、受教育程度、饮酒史、育儿情况、吸烟史与夜班期间因早醒而无法再入睡情况、夜班期间醒着自觉舒适度、夜班期间打瞌睡情况、至少休息 2 d 后开车时打瞌睡情况的相关性差,其结果均无统计学意义。

研究表明,已婚是休息至少 2 d 后开车时打瞌睡的危险因素。目前有关婚姻状况与睡眠障碍或失眠关系的文献甚少。有学者认为,夫妻睡眠方式对夫妻睡眠结构、日间功能、身心健康、婚姻满意度等存在一定的消极影响,可能的原因是男性和女性往往具有不同的睡眠习惯和偏好,再者是男性和女性往往具有不同的昼夜偏好和时间类型^[10]。这两个方面的原因都可能导致睡眠问题,并可能影响婚姻双方各自的白天状态,甚至可以影响身心健康。例如,男性夜间打鼾可以引起女性伴侣睡眠质量下降,睡眠碎片化增加,进而引起睡眠问题、焦虑抑郁、白天疲劳和嗜睡。除此之外,婚姻生活给自身带来的家庭压力也有可能直接或者间接引起负面情绪,进而影响夜间睡眠情况。另有学者认为,通过婚姻治疗提高的婚姻满意度与睡眠改善有关^[11]。由此推测,婚姻对医务人员的倒班工作睡眠障碍情况也可能存在负面影响,具体影响机制和有效治疗建议有待进一步探讨。

3.2 生活行为与 SWD 的联系

本次研究表明,日常中适当的运动是夜班期间打瞌睡的保护因素。目前关于运动影响睡眠质量的作用机制是多途径的,解释这一作用的理论有心率假说、体温假说、脑可塑性假说、脑源性神经因子

(brain-derived neurotrophic factor, BDNF) 假说,即运动可使机体通过体温调节机制降低体温,降低机体的静息心率,同时促进血液和大脑中的 BDNF 水平升高而增加睡眠中的慢波活动,且改善大脑的功能性抑制作用,从而改善夜间睡眠质量。进行适当的运动可以增加血液循环、增加机体内啡肽物质的释放而缓解紧张情绪和产生兴奋感的作用,可以改善患者在夜班期间打瞌睡的情况。目前有多项研究证明,有氧运动对夜间的睡眠质量具有积极作用。Bumanm 等^[12] 研究结果表示长期的有氧运动干预显著提高了参与者的睡眠连续性和睡眠深度。Melancon 等^[13] 研究结果表示长期的中等强度有氧运动干预(最大摄氧量的 68%~69%,持续 60 min 在多导睡眠监测中体现了更长的睡眠时间、更深的睡眠深度和更好的睡眠结构。然而目前仍然缺乏对长期运动中不同运动时间、不同运动类型的比较研究。未来应探讨不同运动方式对睡眠质量的影响和运动对影响客观睡眠质量的神经机制。

本次研究表明,压力是夜班期间早醒而不能再入睡、夜班期间醒着自觉舒适度下降、夜班期间打瞌睡、休息至少 2 d 后开车时打瞌睡的危险因素。压力产生时,内分泌系统的活动加强,下丘脑开始分泌促肾上腺皮质激素释放因子(corticotropin-releasing factor, CRF),启动垂体和肾上腺分泌应激激素,使人处于警觉状态,导致睡眠的生理心理机能紊乱,使自身应激苏醒并难以再入睡,影响睡眠质量及产生疲倦感,容易在白天打瞌睡,产生负性的情绪变化,使自身身心舒适度下降等。目前多数研究证实,压力对睡眠的作用主要通过 HPA 轴的活动来实现。Richardson^[14] 总结了失眠的压力反应模型,支持压力促使 CRF 产生,导致肾上腺皮质激素(adrenocorticotrophic hormone, ACTH)和皮质醇增多引起失眠。

这 20 年来,研究者还探讨了不同压力对睡眠质量影响的生理机制。依据 Pawly 等^[15] 的研究所示,不同强度的压力可能通过不同的生理变化渠道引发大鼠的慢波睡眠和快速眼动睡眠不同变化。并且当今对压力反应的研究已经达到分子基因水平。依据 Hong 等^[16] 研究所示,白介素-6 水平与睡眠效率和慢波睡眠呈负相关。以上均说明,压力对夜间睡眠质量会产生负性影响。但这些分子基因如何影响睡眠质量,其机制目前还处于探索阶段,有待深入研究和验证。另外,在最近有研

究者认为,在日常生活压力下压力唤起的情绪对睡眠质量有着更进一步的影响,但目前未有实证研究支持这一观点。

3.3 睡眠行为与 SWD 的联系

本次研究表明光暴露时间 3~<6 h 是休息至少 2 d 后开车时打瞌睡的保护因素。人类的睡眠主要是由内稳态过程(清醒时睡眠压力上升/睡觉时下降)和昼夜节律起搏器之间的相互作用调节的。下丘脑前部的视交叉上核(suprachiasmatic nucleus, SCN)承载着主要的昼夜节律起搏器^[17-19],其对光照高度敏感,光照通过视网膜-下丘脑通路调节生物钟,影响松果体分泌褪黑素及调节昼夜节律,使生物节律与外界环境的明暗周期同步。褪黑素释放时间、相位和幅度取决于光照强度、光谱特性和光照持续时间。光照抑制体内的褪黑素分泌,褪黑素的抑制会促进觉醒,也可以使体内决定人体睡眠-觉醒周期的皮质醇激素升高而促进觉醒。依据孟雨萌等^[20]的研究显示,视网膜视神经节细胞所表达的黑视蛋白对波长较短的蓝色光更敏感,并对褪黑素产生强烈的抑制作用。夜间在较短和较长波长的光照下,最初对褪黑素的抑制作用相似,但随时间延长,较短波长的光照对褪黑素的抑制作用明显强于较长波长的光照,这表明黑视蛋白的光敏性视网膜神经节细胞对长时间光照有持续响应,强烈抑制褪黑素分泌,导致倒班工作者在休息至少 2 d 后开车时可以减少打瞌睡的发生,所以在本研究中发现对比光暴露时间在 3 h 内,光暴露时间 3~<6 h 对休息至少 2 d 后开车时打瞌睡有保护作用。但数据结果还显示,光暴露时间 ≥ 6 h 的嗜睡人数反而增加,对于光暴露时间 ≥ 6 h 是否仍有保护作用仍待进一步研究。值得一提的是,目前有关光照对昼夜节律调节的研究达到基因水平,昼夜节律受昼夜运动输出周期蛋白 kaput (circadian locomotor output cycles kaput, CLOCK)、脑和肌肉 ARNT 样蛋白 1 (brain and muscle ARNT-like 1, BMAL1)、神经元 PAS 结构域蛋白 2 (neuronal PAS domain protein 2, NPAS2)、周期同源蛋白 (period homolog, PER)、隐花色素 (Cryptochrome, CRY) 等生物节律基因的调控^[19, 21-22],可以考虑未来的研究方向可以从基因水平入手。

孟雨萌等^[20]的研究还提到,光照疗法已被发现对治疗昼夜节律睡眠-觉醒障碍、失眠、阿尔茨海默病和帕金森病相关的睡眠障碍等具有治疗效果。目前光照疗法常运用 2 000~10 000 lux 的光照

强度,且强度越强,光照疗法的效果越显著。光照疗法作为简单、有效的干预方式值得参考,但目前光照治疗采用的光照疗法效果存在个体的异质性限制^[23-24],光照疗法的量效关系也有待进一步研究。

本次研究表明,夜班期间小睡是休息至少 2 d 后开车时打瞌睡的保护因素。休息至少 2 d 后开车时打瞌睡者在日间专注于某件事时的觉醒维持能力,即反映个体抵抗嗜睡的能力。因为长期倒班易引起生物节律紊乱,导致过多的日间思睡,夜班期间小睡可以为工作者补充在夜班期间被剥夺的睡眠,减少工作者日间的疲倦感,对工作者在休息至少 2 d 后的精神状态恢复有协同作用,有助于维持机体的日间觉醒能力^[25-27]。Martin-Gill 等^[28]报道,短短 10 min 的小睡可以减少嗜睡和疲劳,提高活力和认知能力。而且文中还提到小睡能提高个人表现、情绪和警觉性。近几年有关睡眠障碍的研究更关注于由于睡眠不足导致的情绪负面影响,这提示夜班期间小睡有可能改善睡眠剥夺导致的焦虑抑郁等。但目前关于夜班期间小睡的相关研究甚少,此研究结论有待进一步论证,若证实夜班期间小睡对改善倒班睡眠障碍和负面情绪有正向作用,亦可进一步研究其量效关系。

本次研究表明,非夜班期间服用助眠药等是夜班期间早醒而不能再入睡、夜班期间醒着自觉舒适度下降的危险因素。现常用的助眠药为苯二氮草类受体激动剂,包括苯二氮草类和非苯二氮草类药物,其主要机制为激动 γ -氨基丁酸受体 A 上的不同亚基,产生镇静催眠等作用。大部分安眠药都是由肝脏的肝药酶系进行代谢的。但大量临床数据显示,长期服用安眠药可诱导肝药酶的合成和增强其活性,使安眠药代谢加快,药效逐渐减弱,导致患者易早醒而不能再入睡。而夜班舒适度下降的理由如上所述,患者睡眠质量下降,产生疲倦感,产生负性的情绪变化,使自身舒适度下降。

由于本研究属于问卷调查,其中的人口学特征与 SWD 的联系与刘倩倩等^[7]的研究结果有所不同,可能是由于存在被调查对象的样本误差而影响研究结果,故在以后的临床研究中进一步验证相关性时要注意减小误差,可采用分层抽样的方法设置不同等级医院、不同夜班工作模式的随机抽样,调整潜在的混杂因素,增加样本数量以提高研究结果的准确性。倒班现象在社会某些行

业中相当普遍,如警察、信息技术(information technology, IT)行业、交通行业等,本研究仅调查了医疗行业的SWD情况及危险因素,研究对象较为单一,日后将扩大研究对象范围,以获得更全面和更有代表性的结果。

综上所述,SWD患者已婚、平日压力越大、非夜班期间服用助眠药这些因素可导致其自身SWD症状加重,而夜班期间小睡、平日适当地增加运动和增加夜班期间的光照时间至3~6 h可改善工作者的倒班睡眠障碍情况,为临床工作安排和个人行为纠正提供参考。

利益冲突声明: 本研究未受到企业、公司等第三方资助,不存在潜在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] American Academy of Sleep Medicine. International classification of sleep disorders [M]. 3rd ed. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine, 2014.
- [2] CHENG P, DRAKE C. Shift work disorder [J]. *Neurol Clin*, 2019, 37 (3): 563-577. DOI: 10.1016/j.ncl.2019.03.003.
- [3] LEE S Y, SONG P, CHOI S J, et al. The impact of the shift system on health and quality of life of sleep technicians [J]. *Sleep Med*, 2020, 76: 72-79. DOI: 10.1016/j.sleep.2020.09.026.
- [4] THORPY M. Understanding and diagnosing shift work disorder [J]. *Postgrad Med*, 2011, 123 (5): 96-105. DOI: 10.3810/pgm.2011.09.2464.
- [5] WRIGHT K P, BOGAN R K, WYATT J K. Shift work and the assessment and management of shift work disorder (SWD) [J]. *Sleep Med Rev*, 2013, 17 (1): 41-54. DOI: 10.1016/j.smr.2012.02.002.
- [6] BOOKER L A, MAGEE M, RAJARATNAM S M W, et al. Individual vulnerability to insomnia, excessive sleepiness and shift work disorder amongst healthcare shift workers. A systematic review [J]. *Sleep Med Rev*, 2018, 41: 220-233. DOI: 10.1016/j.smr.2018.03.005.
- [7] 刘倩倩, 江丽丽, 叶佳欣, 等. 三甲医院医务人员轮班工作与睡眠障碍的相关性 [J]. *环境与职业医学*, 2021, 38 (1): 76-82. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2021.20313.
- LIU Q Q, JIANG L L, YE J X, et al. Correlation between shift work and sleep disorders of medical staff in tertiary hospitals [J]. *J Environ Occup Med*, 2021, 38 (1): 76-82. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2021.20313.
- [8] 陈丽萍, 骆春柳, 潘集阳. 综合医院护士的日间过度嗜睡及其影响因素的研究 [J]. *广州医药*, 2020, 51 (4): 104-109. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8535.2020.04.023.
- CHEN L P, LUO C L, PAN J Y. Excessive daytime sleepiness in general hospital nurses: prevalence and correlates [J]. *Guangzhou Med J*, 2020, 51 (4): 104-109. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8535.2020.04.023.
- [9] BARGER L K, OGEIL R P, DRAKE C L, et al. Validation of a questionnaire to screen for shift work disorder [J]. *Sleep*, 2012, 35 (12): 1693-1703. DOI: 10.5665/sleep.2246.
- [10] RICHTER K, ADAM S, GEISS L, et al. Two in a bed: The influence of couple sleeping and chronotypes on relationship and sleep. An overview [J]. *Chronobiol Int*, 2016, 33 (10): 1464-1472. DOI: 10.1080/07420528.2016.1220388.
- [11] TROXEL W M, BRAITHWAITE S R, SANDBERG J G, et al. Does improving marital quality improve sleep: results from a marital therapy trial [J]. *Behav Sleep Med*, 2017, 15 (4): 330-343. DOI: 10.1080/15402002.2015.1133420.
- [12] BUMAN M P, HEKLER E B, BLIWISE D L, et al. Moderators and mediators of exercise-induced objective sleep improvements in midlife and older adults with sleep complaints [J]. *Health Psychol*, 2011, 30 (5): 579-587. DOI: 10.1037/a0024293.
- [13] MELANCON M O, LORRAIN D, DIONNE I J. Sleep depth and continuity before and after chronic exercise in older men: electrophysiological evidence [J]. *Physiol Behav*, 2015, 140: 203-208. DOI: 10.1016/j.physbeh.2014.12.031.
- [14] RICHARDSON G S. Human physiological models of insomnia [J]. *Sleep Med*, 2007, 8: S9-S14. DOI: 10.1016/S1389-9457 (08) 70003-0.
- [15] PAWLYK A C, MORRISON A R, ROSS R J, et al. Stress-induced changes in sleep in rodents: models and mechanisms [J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2008, 32 (1): 99-117. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.06.001.
- [16] HONG S, MILLS P J, LOREDO J S, et al. The association between interleukin-6, sleep, and demographic characteristics [J]. *Brain Behav Immun*, 2005, 19 (2): 165-172. DOI: 10.1016/j.bbi.2004.07.008.
- [17] BHATTI P, MIRICK D K, DAVIS S. Racial differences in the association between night shift work and melatonin levels among women [J]. *Am J Epidemiol*, 2013, 177 (5): 388-393. DOI: 10.1093/aje/kws278.
- [18] 陈凤, 樊梅, 向婷, 等. 光疗在昼夜节律睡眠-觉醒障碍中的应用进展 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25 (2): 248-253. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.030.
- CHEN F, FAN M, XIANG T, et al. Role of light therapy in circadian rhythm sleep-wake disorders [J]. *Chin Gen Pract*, 2022, 25 (2): 248-253. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.030.
- [19] 冉思邈, 丁莉, 石和元, 等. 光照-影响睡眠和昼夜节律的重要因素 [J]. *世界睡眠医学杂志*, 2022, 9 (9): 1599-1603. DOI: 10.3969/j.issn.2095-7130.2022.09.005.
- RAN S M, DING L, SHI H Y, et al. Light exposure-an important factor affecting sleep and circadian rhythms [J]. *World J Sleep Med*, 2022, 9 (9): 1599-1603. DOI: 10.3969/j.issn.2095-7130.2022.09.005.
- [20] 孟雨萌, 张遥迟, 雷莉, 等. 光照在睡眠障碍治疗中的应用 [J]. *神经解剖学杂志*, 2024, 40 (2): 251-256. DOI: 10.16557/j.cnki.1000-7547.2024.02.016.

- MENG Y M, ZHANG Y C, LEI L, et al. Application of illumination in the treatment of sleep disorders [J]. *J Neuroanat*, 2024, 40 (2): 251-256. DOI: 10.16557/j.cnki.1000-7547.2024.02.016.
- [21] 周雅, 范方. 倒班相关睡眠障碍与倒班耐受性 [J]. *中国临床心理学杂志*, 2016, 24 (6): 1126-1131. DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2016.06.037.
- ZHOU Y, FAN F. Shift work sleep disorder and shift work tolerance [J]. *Chin J Clin Psychol*, 2016, 24 (6): 1126-1131. DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2016.06.037.
- [22] WRIGHT K P Jr, DRAKE A L, FREY D J, et al. Influence of sleep deprivation and circadian misalignment on cortisol, inflammatory markers, and cytokine balance [J]. *Brain Behav Immun*, 2015, 47: 24-34. DOI: 10.1016/j.bbi.2015.01.004.
- [23] CHANG A M, SANTHI N, ST HILAIRE M, et al. Human responses to bright light of different durations [J]. *J Physiol*, 2012, 590 (13): 3103-3112. DOI: 10.1113/jphysiol.2011.226555.
- [24] SANTHI N, THORNE H C, VAN DER VEEN D R, et al. The spectral composition of evening light and individual differences in the suppression of melatonin and delay of sleep in humans [J]. *J Pineal Res*, 2012, 53(1): 47-59. DOI: 10.1111/j.1600-079X.2011.00970.x.
- [25] GOOLEY J J, RAJARATNAM S M W, BRAINARD G C, et al. Spectral responses of the human circadian system depend on the irradiance and duration of exposure to light [J]. *Sci Transl Med*, 2010, 2 (31): 31ra33. DOI: 10.1126/scitranslmed.3000741.
- [26] KHALSA S B S, JEWETT M E, CAJOCHEN C, et al. A phase response curve to single bright light pulses in human subjects [J]. *J Physiol*, 2003, 549 (Pt 3): 945-952. DOI: 10.1113/jphysiol.2003.040477.
- [27] LESO V, FONTANA L, CATURANO A, et al. Impact of shift work and long working hours on worker cognitive functions: current evidence and future research needs [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18 (12): 6540. DOI: 10.3390/ijerph18126540.
- [28] MARTIN-GILL C, BARGER L K, MOORE C G, et al. Effects of napping during shift work on sleepiness and performance in emergency medical services personnel and similar shift workers: a systematic review and meta-analysis [J]. *Prehosp Emerg Care*, 2018, 22 (sup1): 47-57. DOI: 10.1080/10903127.2017.1376136.
- (责任编辑: 林燕薇)

