DOI:10.16016/j.2097-0927.202301094

特种作战军人伞降训练睡眠障碍风险预测模型的构建与验证

余 森[1],黄美胜[2],丁再雄[2],陈 郁[3],蒋 涛[1] 400037 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第二附属医院骨科[1];650000 昆明,南部战区陆军第31636部队战勤科[2];400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)陆军卫勤训练基地军事医学地理学教研室[3]

[**摘要**] **目的** 调查分析陆军某特种作战部队军人伞降训练期间发生睡眠障碍的影响因素,构建并验证预测模型。**方法** 抽取2022年10-11月有伞降作业的特种作战军人349名作为研究对象,采用自制问卷、焦虑自评量表(Self-Rating Anxiety Scale, SAS)和匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)量表对其睡眠质量测评后记录基线资料,根据PSQI分值分为睡眠障碍组和非睡眠障碍组。按7∶3比例分为训练集和验证集。基于训练集,经单因素分析和多因素Logistic回归分析筛选出伞降训练军人睡眠障碍风险的影响因素,R语言绘制列线图,受试者工作特征曲线(recevier operating characteristic curve, ROC)评价模型区分度,校准曲线和Hosmer-Lemeshow拟合优度检验评价模型准确度,临床决策曲线DCA评价模型的有效性。利用验证集进行内部验证。**结果** 共有325名特种作战伞降训练军人的数据有效,均为男性。PSQI总分为(4.26±3.30)分,结果提示62名(19.1%)存在睡眠障碍,睡眠障碍组中轻度睡眠障碍46名(14.1%),中度睡眠障碍14名(4.3%),重度睡眠障碍2名(0.6%)。训练集228名,单因素分析和多因素Logistic回归分析结果显示,跳伞次数(*OR*:0.390,95%*CI*:0.185~0.811)、吸烟(*OR*:2.980,95%*CI*:1.352~7.028)、焦虑状态(*OR*:3.280,95%*CI*:1.434~7.570)和慢性疼痛(*OR*:4.090,95%*CI*:1.952~8.690)是伞降训练军人睡眠障碍的独立影响因素。构建伞降训练军人睡眠障碍风险预测模型,绘制ROC曲线并计算曲线下面积(area under curve, AUC)为0.778,最佳阈值为0.163,特异度为63.6%,灵敏度为84.1%,区分度良好。校准曲线和Hosmer-Lemeshow拟合优度检验($\chi^2=8.789$,$P=0.456$)显示模型准确度良好,临床决策曲线提示该预测模型具有较好的临床适用性。验证集97名内部验证该模型有效。**结论** 特种作战伞降训练军人存在不同程度的睡眠问题。跳伞次数、吸烟、焦虑状态和慢性疼痛会加重睡眠障碍。

[**关键词**] 伞降训练;睡眠障碍;预测模型;列线图

[**中图法分类号**] E274.2; R338.63; R821.3 [**文献标志码**] A

Development and validation of a risk prediction model for sleep disorder in special operations forces during parachute training

YU Miao[1], HUANG Meisheng[2], DING Zaixiong[2], CHEN Yu[3], JIANG Tao[1] [1]Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400037; [2]Department of Combat Services, Troop 31636 of PLA Army, Southern Theater Command, Kunming, Yunnan Province, 650000; [3]Department of Military Medical Geography, Army Medical Service Training Base, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038, China

[**Abstract**] **Objective** To investigate the influencing factors for sleep disorder during parachute training in special operations forces from a unit of the army, and to develop and validate a prediction model. **Methods** A total of 349 special operations officers and soldiers undergoing parachute training from October to November 2022 were recruited as research objects. Self-made questionnaires, Self-Rating Anxiety Scale (SAS) and Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) Scale were used to collect their baseline data and assess

[**通信作者**] 蒋 涛,E-mail:fromcq2000@sina.com

2097-0927/Copyright © 2024, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循CC BY许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

sleep quality. According to their PSQI score, the participants were divided into sleep disorder group and non-sleep disorder group, and then assigned into a training set (n=228) and a validation set (n=97) in a ratio of 7∶3. Based on the training set, univariate analysis and multivariate logistic regression analysis were used to screen out the factors influencing the risk of sleep disorders. Then R language was employed to draw a nomogram model, and receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to evaluate the discrimination of the model. Calibration curve analysis and Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test were applied to evaluate the accuracy of the model, and decision curve analysis (DCA) was conducted to evaluate the validity of the model. The validation set was used for internal validation. **Results** There were totally 325 participants with valid data, and all of them were male. They had a total PSQI score of 4.26±3.30, and 62 of them (19.1%) had sleep disorders, including 46 (14.1%) of mild, 14 (4.3%) of moderate, and 2 (0.6%) of severe sleep disorders. Based on the 228 participants in the training set, the results of univariate and multivariate logistic regression analyses showed the number of parachute jumping (OR=0.390, 95%CI: 0.185~0.811), smoking (OR=2.980, 95%CI: 1.352~7.028), anxiety state (OR=3.280, 95%CI: 1.434~7.570), and chronic pain (OR=4.090, 95%CI: 1.952~8.690) were independent influencing factors of sleep disorder in these parachute officers and soldiers. A risk prediction model for sleep disorder was constructed, and the area under the curve (AUC) value was 0.778, with an optimal threshold of 0.163, a specificity of 63.6% and a sensitivity of 84.1%, with good discrimination. The quasi-curve and Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test (Chi-sqaure=8.789, P=0.456) showed that the model had good accuracy, and the clinical decision curve indicated that the prediction model had good clinical applicability. The model was confirmed to be valid with internal verification based on the validation set of 97 participants. **Conclusion** Special operations forces with parachute training have different degrees of sleep disorders. Number of parachute jumping, smoking, anxiety and chronic pain will aggravate sleep disturbances.

[**Key words**] parachute training; sleep disorder; prediction model; nomogram

Corresponding author: JIANG Tao, E-mail: fromcq2000@sina.com

空降兵诞生于二战时期,伞降作战是广泛应用于各国的一种特种作战样式[1],因其特殊的机动力、灵活的突袭性、较强的攻击力和良好的生存能力,且不受地形、地物的限制而达成作战目的[2]。良好的睡眠质量是保证伞降训练军人安全作业的基本前提。特别是特种作战军人,睡眠不佳严重影响伞降训练军人生理及心理健康,无法保障日常作业甚至作战任务的顺利完成。空降跳伞是特种作战军人的必备军事技能,在军事演习任务繁重以及高强度、高风险、高压力的工作环境下,及时发现睡眠障碍问题,找到干预睡眠障碍的方法至关重要。然而在军事领域,针对特种兵空降行动的跳伞作业期间的睡眠障碍风险预测模型尚未见报道。因此,本研究在探寻跳伞作业期间睡眠障碍的独立影响因素的基础上建立列线图风险预测模型,并对模型的预测效果进行内部验证,以期为制定卫勤保障方案提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

纳入标准:①2022年10-11月有伞降作业的特种作战军人;②自愿参加本次研究。排除标准:①睡眠障碍史;②服用精神类药物史。本研究获陆军军医大学第二附属医院伦理委员会批准[2022-研第506-01]。

1.2 方法

本研究采用随机整群抽样的方法,参与问卷调查共349名军人,为保证问卷的有效性和真实性,共剔除数据不完整问卷24份,保留325份有效问卷,问卷有效率为93.1%。按7∶3比例分为训练集(n=228)和验证集(n=97)。

1.2.1 自行设计的一般情况问卷 包括性别、年龄、身高、体质量、婚姻状况、跳伞次数、吸烟、饮茶、焦虑、慢性疼痛等。

1.2.2 焦虑自评量表(Self-Rating Anxiety Scale,SAS) 由美国杜克大学医学院ZUNG[3]于1971年编制,是一种焦虑评定的标准,用于测量焦虑状态轻重程度及其在治疗过程中变化情况的心理量表。本量表共有20个项目,包括15个正向评分和5个反向评分,每个项目按症状出现的频度分为4级评分。其中50~59分为轻度焦虑,60~69分为中度焦虑,>69分为重度焦虑。

SAS 总分≥50 分定义为存在焦虑状态[4]。该量表广泛应用于心理咨询,具有良好的信效度,Cronbach's α 系数为 0.852。

1.2.3 匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh Sleep Quality Index,PSQI)量表 是美国匹兹堡大学精神科医师 BUYSSE 等[5]于 1989 年编制的。该量表适用于睡眠障碍患者、精神障碍患者评价睡眠质量,同时也适用于一般人睡眠质量的评估。PSQI 用于评定被试者最近 1 个月的睡眠质量,共 7 个维度,每个维度按 0~3 分等级计分,分数之和为 PSQI 总分,总分为 0~21 分,得分越高,表示睡眠质量越差。我们把睡眠障碍分为 3 度:轻度睡眠障碍 8~10 分,中度睡眠障碍 11~15 分,重度睡眠障碍 16~21 分。PSQI 总分值≥8 分定义为存在睡眠障碍。该量表具有良好的信效度,Cronbach's α 系数为 0.842[6]。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析,计数资料以例数(%)表示,并行 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义,进一步用多因素 Logistic 回归分析筛选出伞降训练军人睡眠障碍风险的独立相关因素。使用 R 语言的"rms"包进行模型的可视化绘制列线图。用"pROC"程序包绘制受试者工作特征曲线(recevier operating characteristic curve,ROC)并计算曲线下面积(area under curve,AUC)值,用"caret"程序包,经 Bootstrap 法重复抽样 1 000 次后绘制校准曲线,用"vcdExtra"包进行 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验,用"DCA"程序包绘制临床决策曲线。

2 结果

2.1 一般资料

325 名伞降训练军人 PSQI 总分值为(4.26±3.30)分,结果提示 263 名(81.9%)没有睡眠障碍,62 名(19.1%)存在睡眠障碍。睡眠障碍组中轻度睡眠障碍 46 名(14.1%),中度睡眠障碍 14 名(4.3%),重度睡眠障碍 2 名(0.6%)。睡眠障碍组 PSQI 量表评分结果为:日间功能障碍>睡眠质量>入睡时间>睡眠时长>睡眠障碍>睡眠效率>催眠药物(表 1)。

2.2 单因素分析影响伞降训练军人睡眠质量的相关因素

训练集的 228 名军人中有 44 名出现睡眠障碍(19.3%),对训练集数据进行单因素分析后显示睡眠障碍组和无睡眠障碍组在跳伞次数($P=0.002$)、吸烟($P=0.004$)、焦虑状态($P=0.010$)和慢性疼痛($P<0.001$)变量间差异存在统计学意义。2 组军人在其他变量间差异无统计学意义(表 2)。

表 1 325 名伞降训练军人睡眠质量情况($\bar{x}\pm s$)

项目	有睡眠障碍组($n=62$)	无睡眠障碍组($n=263$)	t	P
睡眠质量	1.77±0.71	0.64±0.59	12.976	<0.001
入睡时间	1.68±0.86	0.55±0.72	10.667	<0.001
睡眠时长	1.55±0.92	0.27±0.69	12.243	<0.001
睡眠效率	1.21±0.83	0.31±0.59	9.979	<0.001
睡眠障碍	1.40±0.61	0.65±0.53	9.713	<0.001
催眠药物	0.05±0.28	0.00±0.00	2.796	<0.001
日间功能障碍	1.90±0.90	0.58±0.78	11.681	<0.001

表 2 训练集 228 名伞降训练军人睡眠质量单因素分析[例(%)]

项目	有睡眠障碍组($n=44$)	无睡眠障碍组($n=184$)	χ^2	P
年龄/岁			3.220	0.073
<25	21(47.7)	115(62.5)		
≥25	23(52.3)	69(37.5)		
BMI/(kg/m^2)			0.018	0.894
18.5~<25.0	35(79.5)	148(80.4)		
≥25.0	9(20.5)	36(19.6)		
婚姻状况			1.570	0.210
未婚	33(75.0)	153(83.2)		
已婚	11(25.0)	31(16.8)		
受教育程度			0.221	0.638
高中及以下	16(36.4)	74(40.2)		
大学及以上	28(63.6)	110(59.8)		
工作时间/年			0.590	0.442
<5	24(54.5)	112(60.9)		
≥5	20(45.5)	72(39.1)		
吸烟			8.229	0.004
否	11(25.0)	90(48.9)		
是	33(75.0)	94(51.1)		
饮茶			0.401	0.527
否	18(40.9)	85(46.2)		
是	26(59.1)	99(53.8)		
焦虑状态			6.635	0.010
否	28(63.6)	150(81.5)		
是	16(36.4)	34(18.5)		
慢性疼痛			18.945	<0.001
否	21(47.7)	147(79.9)		
是	23(52.3)	37(20.1)		
跳伞次数/次			9.556	0.002
<25	17(38.6)	118(64.1)		
≥25	27(61.4)	66(35.9)		
伞型			2.060	0.151
圆伞	28(63.6)	95(51.6)		
翼伞	16(36.4)	89(48.4)		

2.3 多因素 Logistic 回归分析影响伞降训练军人睡眠质量的相关因素

以有无睡眠障碍(有=1、无=0)作为因变量,将单

因素分析结果有统计学意义的变量作为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示:跳伞次数(*OR*:0.390,95%*CI*:0.185~0.811)、吸烟(*OR*:2.980,95%*CI*:1.352~7.028)、焦虑状态(*OR*:3.280,95%*CI*:1.434~7.570)和慢性疼痛(*OR*:4.090,95%*CI*:1.952~8.690)是伞降训练军人存在睡眠障碍的独立影响因素。相关赋值情况如下:跳伞次数(<25 次=1、≥25 次=0);吸烟(是=1、否=0);焦虑状态(是=1、否=0);慢性疼痛(是=1、否=0),具体见表 3。

2.4 伞降训练军人睡眠障碍风险列线图模型的建立

根据单因素分析和多因素 Logistic 回归分析确定的睡眠障碍的独立危险因素,通过 R 语言的"rms"包绘制出睡眠障碍风险列线图模型(图 1)。根据列线图模型中各自变量的影响程度分别赋分:跳伞次数,<25 次=66 分,≥25 次=0 分;吸烟,否=0 分,是=78 分;焦虑状态,否=0 分,是=84 分;慢性疼痛,否=0 分,是=100 分,然后各因素得分相加计算出总分,根据总分得出睡眠障碍的概率。

2.5 伞降训练军人睡眠障碍风险列线图模型的效率和临床适用性评价

训练集的 ROC 曲线下面积(AUC)值为 0.778,最佳阈值是 0.163,特异度为 63.6%,灵敏度为 84.1%;验证集的 ROC 曲线下面积(AUC)值为 0.774,最佳阈值是0.096,特异度为59.5%,灵敏度为88.9%,提示该模型的区分度较高(图 2)。训练集和验证集的校准曲线均显示模型符合度良好。用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验进行评估,结果显示训练集和验证集的 χ^2 值分别分 8.789 和 6.282,*P* 值分别为 0.456 和 0.711,*P* 值均>0.05,表明模型的校准度良好(图 3)。临床决策曲线(DCA)横坐标为阈概率,横线代表所有样本都是阴性,均不干预时净获益为 0,斜线代表所有样本都是阳性,全干预时净获益是效率为负值的反斜线,训练集和验证集的 DCA 均提示模型具有较好的临床适用性(图 4)。绘制出全数据值的 ROC 曲线,其 AUC 值大于任一独立影响因素,再次验证模型具有良好的区分度(图 5)。

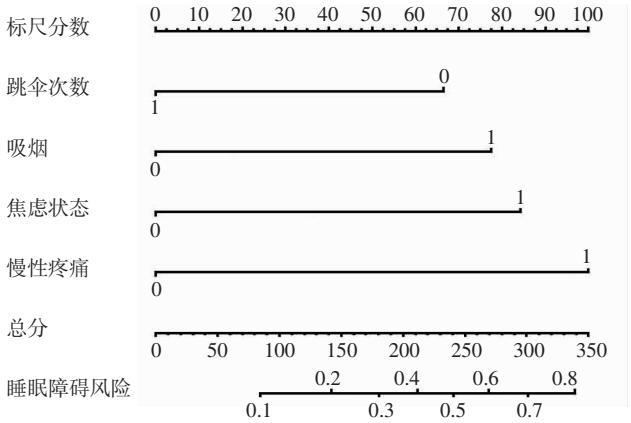
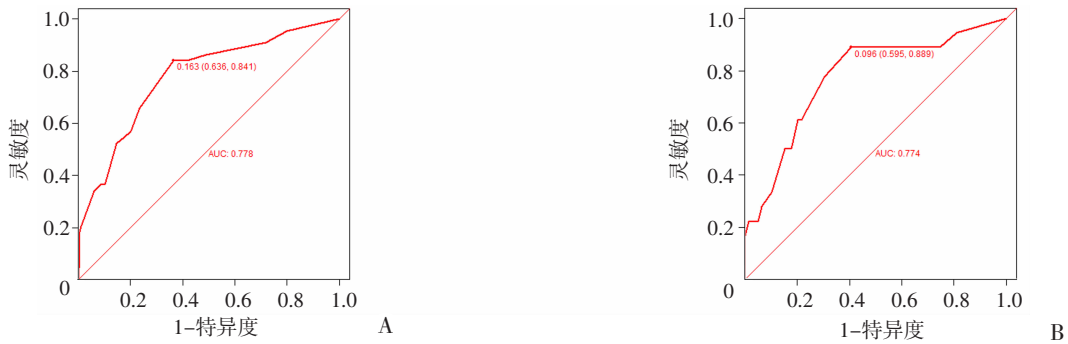


图 1 伞降训练军人睡眠障碍风险列线图模型

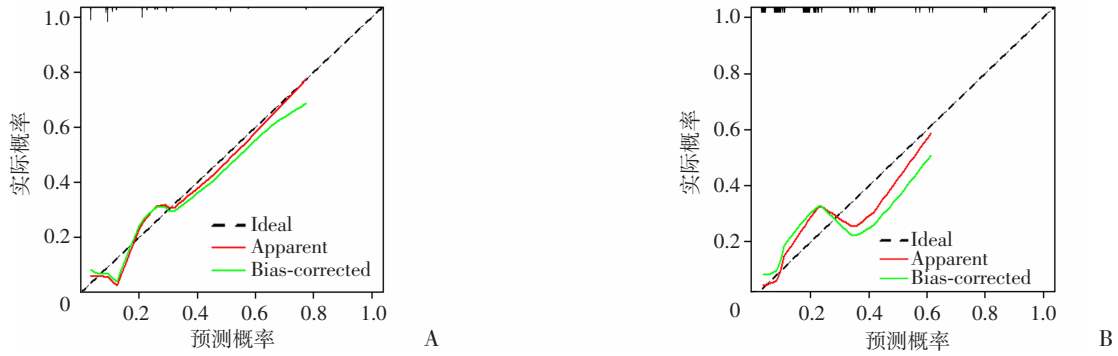
表 3 训练集 228 名伞降训练军人睡眠质量的多因素 Logistic 回归分析

变量	*β*	*SE*	*OR*	95%*CI*	*Wald* χ^2	*P*
跳伞次数	0.935	0.374	0.390	0.185~0.811	−2.499	0.012
吸烟	1.091	0.417	2.980	1.352~7.028	2.616	0.009
焦虑状态	1.187	0.422	3.280	1.434~7.570	2.816	0.005
慢性疼痛	1.408	0.379	4.090	1.952~8.690	3.715	<0.001



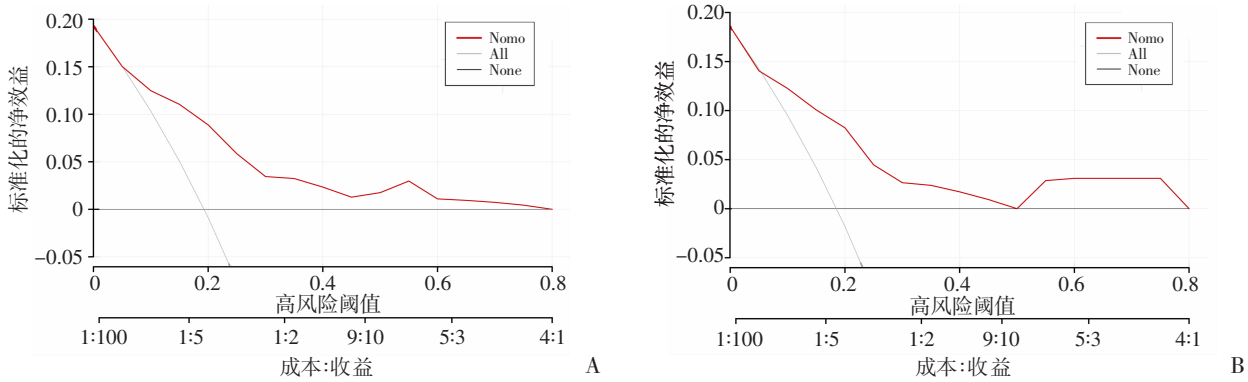
A:训练集(*n*=228)的 ROC 曲线;B:验证集(*n*=97)的 ROC 曲线

图 2 列线图模型的 ROC 曲线



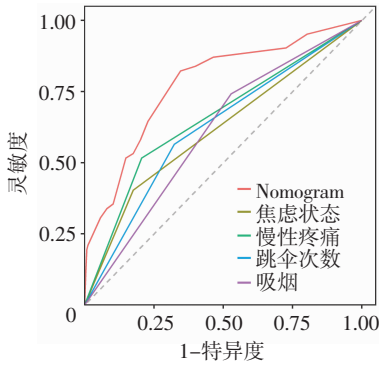
A:训练集(n=228)的校准曲线;B:验证集(n=97)的校准曲线

图 3 列线图预测模型的校准曲线



A:训练集(n=228)的临床决策曲线;B:验证集(n=97)的临床决策曲线

图 4 列线图预测模型的临床决策曲线



全数据集(n=325)的 ROC 曲线

图 5 列线图模型的 ROC 曲线再次验证

3 讨论

本研究中伞降训练军人共 325 名,PSQI 量表测评结果存在睡眠障碍者 62 例,占比 19.1%。睡眠困难(睡眠不好)的人群或更易患中风、心脏病或其他脑血管或心血管疾病[7]。失眠、过度饮食、运动不足等和患 2 型糖尿病的高风险有关[8]。睡眠障碍还会引发一系列不适症状,包括认知功能障碍、注意力下降、关节疼痛、耳鸣等[9]。伞降作战训练作为陆军军事训练的高危训练科目,也是特种作战部队的必训科目,在训练过程中个体如果出现睡眠障碍,会严重影响跳伞训练效果,进而导致部队战斗力降低。鉴于此,应重视伞降训练军人的睡眠障碍问题。

跳伞次数与军人睡眠质量呈负相关,随着跳伞次数增加,睡眠质量逐渐变好。可能与初次跳伞时高空训练心理应激、对降落伞安全性和完成正规开伞操作的不信任有关。陶永等[2]调查发现新兵在参加伞训时心理高度紧张,躯体化症状高于常人,会导致入睡困难、睡眠效率低等睡眠障碍。跳伞应激过程中 SCL-90 量表躯体化、强迫、人际关系敏感、抑郁、敌对性、偏执因子均显著升高[10]。陈南生等[11]发现运动处方作为一种主动干预策略,能调适和改善跳伞训练过程中出现的应激相关情绪。同时运动也是睡眠质量的保护因素[12],可以在一定程度上缓解睡眠障碍问题,这为睡眠障碍的干预提供了一个突破口。

焦虑是睡眠质量的一个重要影响因素。本研究发现处于焦虑状态的军人比没有焦虑状态者的睡眠质量更差。徐瑾等[13]认为负性情绪(抑郁-焦虑-压力)越

严重,睡眠质量越差,并且3种负性情绪中仅焦虑对PSQI量表总分的影响有统计学意义,跟本研究结果一致。BEN SIMON等[14]研究显示睡眠障碍会让机体第2天的焦虑水平上升30%,充足和高质量的睡眠能够让人保持冷静并减少机体压力水平。

吸烟加重睡眠问题。本研究发现,吸烟者的PSQI评分(4.67±3.59)比不吸烟者PSQI评分(3.72±2.78)更严重。COHEN等[15]认为吸烟会影响睡眠质量,特别是入睡后醒来时间增加和睡眠效率下降。烟草中含有尼古丁,随着其剂量的增加,睡眠恶化的人数也显著升高[16]。LI等[17]研究发现吸烟者脑脊液中的金属离子(镁、锌、铁、铅、锂和铝)浓度更高,会影响睡眠周期的神经递质,进一步对睡眠造成干扰。

疼痛也会对睡眠质量产生重要影响,特别是慢性疼痛会导致长时间的睡眠不足,从而导致身体、情感和行为上的不良健康结局[18]。随着伞降内容的多样化和难度越来越大,伞降训练损伤呈上升趋势,损伤部位主要集中在下肢,以足踝、小腿、膝的损伤最为常见[1],韧带拉伤、半月板损伤和关节扭伤等恢复较慢,反复受伤后易产生慢性疼痛。疼痛是一种明显的分散注意力的疾病,会使人难以入睡,并会导致夜间醒来。然而疼痛干扰睡眠机制不明,纤维肌性痛和神经性疼痛均与睡眠障碍有关[19]。在海军出航军人中也发现疼痛可以干扰睡眠,睡眠障碍也可以降低疼痛阈值、加重痛感,使其形成一个恶性循环[20]。因此,科学有效的训练,减少甚至避免训练伤的发生,有助于解决军人慢性疼痛问题并改善总体睡眠质量,进而促进体力和精力恢复[21]。

本研究尚存在以下不足之处:①采用PSQI量表评定最近1个月的睡眠质量,未能提供长期影响睡眠质量的相关因素结果;②仅调查了伞降作业期间睡眠障碍的相关风险因素,对如何规避风险尚需进一步研究。本研究结果提示,卫勤保障时应重视对伞降训练军人睡眠质量的评估,并注意跳伞次数、吸烟、焦虑状态、慢性疼痛与睡眠障碍的相关性。

参考文献:

[1] 赵琰, 吴子祥. 伞降损伤原因与预防措施的研究进展[J]. 解放军预防医学杂志, 2020, 38(9): 150-152, 157.
ZHAO Y, WU Z X. Research progress on the causes and preventive measures of parachute injury[J]. J Prev Med Chin PLA, 2020, 38(9): 150-152, 157.

[2] 陶永, 方响琴, 廖伶艺, 等. 陆军某旅伞降军事训练对新兵心理健康影响的研究[J]. 华南国防医学杂志, 2022, 36(5): 388-392.
TAO Y, FANG X Q, LIAO L Y, *et al*. Study on the mental health of army brigade recruits in parachute military training [J]. Mil Med J South China, 2022, 36(5): 388-392.

[3] ZUNG W W K. A rating instrument for anxiety disorders[J]. Psychosomatics, 1971, 12(6): 371-379. DOI: 10.1016/S0033-3182(71)71479-0.

[4] 段泉泉, 胜利. 焦虑及抑郁自评量表的临床效度[J]. 中国心理卫生杂志, 2012, 26(9): 676-679. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2012.09.007.
DUAN Q Q, SHENG L. Differential validity of SAS and SDS among psychiatric non-psychotic outpatients and their partners [J]. Chin Ment Health J, 2012, 26(9): 676-679. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2012.09.007.

[5] BUYSSE D J, REYNOLDS C F 3rd, MONK T H, *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.

[6] 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.
LIU X C, TANG M Q, HU L, *et al*. Reliability and validity of the Pittsburgh sleep quality index[J]. Chin J Psychiatry, 1996, 29(2): 103-107.

[7] ZHENG B, YU C Q, LV J, *et al*. Insomnia symptoms and risk of cardiovascular diseases among 0.5 million adults: a 10-year cohort[J]. Neurology, 2019, 93(23): e2110-e2120. DOI: 10.1212/WNL.0000000000008581.

[8] SHIGIYAMA F, KUMASHIRO N, TSUNEOKA Y, *et al*. Mechanisms of sleep deprivation-induced hepatic steatosis and insulin resistance in mice[J]. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2018, 315(5): E848-E858. DOI: 10.1152/ajpendo.00072.2018.

[9] 胡维明, 庞楠, 惠李, 等. 睡眠障碍、抑郁和焦虑情绪对医护人员认知功能的影响[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2019, 28(7): 586-591. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-6554.2019.07.003.
HU W M, PANG N, HUI L, *et al*. Influence of sleep disturbance, depression and anxiety on cognitive function of medical staff[J]. Chin J Behav Med Brain Sci, 2019, 28(7): 586-591. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-6554.2019.07.003.

[10] 房龙梅, 杜鹏, 苏晓峰, 等. 复训跳伞应激对某空降兵部队官兵心理健康的影响研究[J]. 人民军医, 2020, 63(1): 18-21. DOI: 10.16168/j.cnki.issn.1002-9982.2019.02.018.
FANG L M, DU P, SU X F, *et al*. Study on the influence of parachuting stress after retraining on the mental health of officers and men in an airborne unit[J]. People's Mil Surg, 2020, 63(1): 18-21. DOI: 10.16168/j.cnki.issn.

1002-9982.2019.02.018.

[11] 陈南生, 盛莉, 牛海军, 等. 运动处方对特种兵跳伞训练应激相关情绪的干预效果[J]. 第三军医大学学报, 2019, 41(11): 1031-1037. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201901156.
CHEN N S, SHENG L, NIU H J, *et al*. Intervention efficacy of exercise prescription on parachute training stress-related emotion in special operations forces[J]. J Third Mil Med Univ, 2019, 41(11): 1031-1037. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201901156.

[12] CHENNAOUI M, ARNAL P J, SAUVET F, *et al*. Sleep and exercise: a reciprocal issue? [J]. Sleep Med Rev, 2015, 20: 59-72. DOI: 10.1016/j.smrv.2014.06.008.

[13] 徐瑾, 李斐, 郭玉峰, 等. 舰艇官兵海上长航期睡眠状况调查及预测模型建立[J]. 海军军医大学学报, 2022, 43(9): 1044-1049. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20210912.
XU J, LI F, GUO Y F, *et al*. Investigation on sleep status of warship officers and soldiers during long voyage and establishment of prediction model[J]. Acad J Nav Med Univ, 2022, 43(9): 1044-1049. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20210912.

[14] BEN SIMON E, ROSSI A, HARVEY A G, *et al*. Overanxious and underslept[J]. Nat Hum Behav, 2020, 4(1): 100-110. DOI: 10.1038/s41562-019-0754-8.

[15] COHEN A, BEN ABU N, HAIMOV I. The interplay between tobacco dependence and sleep quality among young adults[J]. Behav Sleep Med, 2020, 18(2): 163-176. DOI: 10.1080/15402002.2018.1546707.

[16] ALRYALAT S A, KUSSAD S, KHATIB O E, *et al*. Assessing the effect of nicotine dose in cigarette smoking on sleep quality[J]. Sleep Breath, 2021, 25(3): 1319-1324. DOI: 10.1007/s11325-020-02238-3.

[17] LI Y Y, WU F Z, MU Q S, *et al*. Metal ions in cerebrospinal fluid: associations with anxiety, depression, and insomnia among cigarette smokers[J]. CNS Neurosci Ther, 2022, 28(12): 2141-2147. DOI: 10.1111/cns.13955.

[18] CHEATLE M D, FOSTER S, PINKETT A, *et al*. Assessing and managing sleep disturbance in patients with chronic pain[J]. Sleep Med Clin, 2016, 11(4): 531-541. DOI: 10.1016/j.jsmc.2016.08.004.

[19] CHOY E H S. The role of sleep in pain and fibromyalgia[J]. Nat Rev Rheumatol, 2015, 11(9): 513-520. DOI: 10.1038/nrrheum.2015.56.

[20] 赵玉丞, 周晖, 石长贵, 等. 海军出航官兵不同工作岗位睡眠质量状况及影响因素分析[J]. 海军军医大学学报, 2022, 43(8): 923-928. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20210608.
ZHAO Y C, ZHOU H, SHI C G, *et al*. Analysis of sleep quality and its influencing factors of naval officers and soldiers in different job positions during voyage[J]. Acad J Nav Med Univ, 2022, 43(8): 923-928. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20210608.

[21] NIJS J, MAIRESSE O, NEU D, *et al*. Sleep disturbances in chronic pain: neurobiology, assessment, and treatment in physical therapist practice[J]. Phys Ther, 2018, 98(5): 325-335. DOI: 10.1093/ptj/pzy020.

(**收稿**:2023-01-19;**修回**:2023-10-22)

(编辑 邓强庭)