

中文引用格式:吴放,李庆,杨三军,等. 国家矿山救护队员职业损伤特征与风险因素筛查[J]. 中国安全科学学报, 2024, 34(9): 241-247.

英文引用格式:WU Fang, LI Qing, YANG Sanjun, et al. Occupational injury characteristics and risk factors screening of national mine rescuers [J]. China Safety Science Journal, 2024, 34(9): 241-247.

# 国家矿山救护队员职业损伤特征与风险因素筛查\*

吴放<sup>1,2</sup>副教授, 李庆<sup>1,2</sup>, 杨三军<sup>\*\*1,2</sup>教授, 高笛<sup>1,2</sup>讲师,

孟昀晨<sup>1,2</sup>讲师, 陈强盛<sup>3</sup>高级工程师

(1 中国矿业大学(北京) 体育教研部, 北京 100083; 2 中国矿业大学(北京) 应急救援工效与防护研究院, 北京 100083; 3 国家矿山应急救援大同队, 山西 大同 037003)

中图分类号: X910; X936

文献标志码: A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2024.09.0612

资助项目: 教育部人文社会科学研究项目(22YJC890034); 中央高校基本科研业务费项目(2023SKPYTY02); 晋能控股集团招标项目(SZ202201041)。

**【摘要】** 为预防国家矿山救护队员的职业损伤, 筛查职业损伤的流行病学特征及损伤发生的风险因素。首先, 通过实地调研、专家访谈与问卷调查相结合的方式, 调查国家矿山应急救援大同队救护队员的损伤情况; 然后, 通过构建国家矿山救护队员损伤因果关系模型, 筛选出矿山救护队员发生职业损伤的风险因素; 最后, 将所有风险因素代入二元 Logistic 回归方程进行复筛, 确定其关键风险因素。研究表明: 国家矿山救护队员职业损伤的发生率较高(54.9%), 其中, 以训练伤为主(80.3%), 拉检力器(29.1%)、负重跑(15.2%)为损伤频发的训练项目; 损伤部位主要集中在腰(37.2%)、膝关节(11.2%)、手(9.0%)和踝关节(7.6%); 劳损(28.7%)、扭伤(25.1%)、拉伤(22.4%)为最常见的损伤类型; 影响国家矿山救护队员职业损伤的内部风险因素主要为训练年限, 外部因素为饮酒、周训练频率、带伤训练及睡眠不足; 准备活动不充分、旧伤复发、错误的技术动作为损伤发生的主要诱导事件。

**【关键词】** 国家矿山救护队员; 职业损伤; 风险因素; 带伤训练; 睡眠不足

## Occupational injury characteristics and risk factors screening of national mine rescuers

WU Fang<sup>1,2</sup>, LI Qing<sup>1,2</sup>, YANG Sanjun<sup>1,2</sup>, GAO Di<sup>1,2</sup>,  
MENG Yunchen<sup>1,2</sup>, CHEN Qiangsheng<sup>3</sup>

(1 Sports Teaching and Research Department, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing 100083, China; 2 Institute for Emergency Rescue Ergonomics and Protection, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing 100083, China; 3 National Mine Emergency Rescue Datong Team, Datong Shanxi 037003, China)

**Abstract:** To prevent occupational injuries of national mine rescuers, the epidemiological characteristics and risk factors of occupational injuries were investigated. Firstly, the injuries of the rescuers of the

\* 文章编号: 1003-3033(2024)09-0241-07; 收稿日期: 2024-03-10; 修稿日期: 2024-06-12

\*\* 通信作者: 杨三军(1979—), 男, 湖南湘潭人, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事应急救援与安全管理、特种职业体能与健康防护等方面的研究。E-mail: 108947@ cumtb.edu。

National Mine Emergency Rescue Team in Datong were investigated through field study, expert interviews, and questionnaire surveys. Then, a national mine rescuer injury causal model was proposed to determine the occupational injury risk factors. Finally, all risk factors were used in binary Logistic regression equation to determine the key risk factors. The results indicated that occupational injuries occurrence of the national mine rescuers was high (54.9%). Furthermore, training injuries (80.3%), pulling and picking force devices (29.1%), and weighted running (15.2%) were the most common training items for injuries. The waist (37.2%), knee joints (11.2%), hands (9.0%), and ankle joints (7.6%) were the most vulnerable body segments. Work-related injuries (28.7%), sprains (25.1%), and strains (22.4%) were the most common injury types. The major internal risk factors affecting occupational injuries of national mine rescuers were training years, and the external factors were drinking alcohol, weekly training frequency, training with injuries, and lack of sleep. The major inducing events for injuries were insufficiency warm-up, recurrence of old injuries, and incorrect technical movements.

**Keywords:** national mine rescuers; occupational injury; risk factor; training with injury; lack of sleep

## 0 引言

截止到2023年9月,全国(不含港澳台地区)现有矿山应急救援队伍378支<sup>[1]</sup>。由于矿山救援事故的高危性与日常训练的艰辛性,矿山救护队员常常暴露在高运动负荷、高危险系数和高心理压力等环境中,极大地增加了发生职业损伤的风险<sup>[2]</sup>。因此,关注该人群职业损伤发生的流行病学特征并进行有效预防具有重要意义。

通过梳理国内外应急救援队员职业损伤的相关研究发现,研究对象主要集中在消防员群体。研究结果表明:日常训练伤是消防员职业损伤中最普遍、最突出的问题,损伤率高达56.8%<sup>[3]</sup>。其中,膝盖、腿部、下背部、脚踝是最容易发生损伤的部位,损伤类型以扭伤、拉伤、腰肌劳损为主。过度劳累、热身不足、技术动作不规范、思想疏忽是消防员损伤的主要原因。相较于消防员群体,针对矿山救护队员的研究相对匮乏,仅有的研究表明:矿山救护队员训练伤发生率高达58.9%<sup>[4]</sup>。但该研究仅从人口学和工作特征2方面简单分析了年龄、文化程度、婚姻状况、工龄等对救护队员损伤的影响,在损伤发生特征及风险因素筛查等方面探讨不足。

鉴于此,笔者将调查国家矿山应急救援大同队救护队员的职业损伤现状,并创新性地采用职业损伤病因多因素评估模型,找出影响职业损伤的内在风险因素、外在风险因素和诱发事件,并提出科学合理的预防对策,以期降低职业损伤风险,保障队员身心健康,推进矿山救援队伍综合救援能力转型升级。

## 1 矿山救护队员职业损伤调查

### 1.1 调查样本

以国家矿山应急救援大同队为研究对象,该队是全国首批建设的7支国家矿山应急救援队之一,建队以来参与各类事故救援2100余起,抢救遇险遇难矿工1400余人,具有较强的代表性。以大同队10个中队297名队员为调查对象,队员基本情况见表1。

表1 国家矿山救援大同队队员基本情况

Table 1 Rescuers' basic information of Datong national mine rescue team

矿山救护队员人数	性别	平均年龄/岁	入队年限/a	平均身高/cm	平均体重/kg
297	男	35.5±5.7	11.4±6.1	170.5±24.7	76.4±13.4

### 1.2 职业损伤调查方案

#### 1.2.1 专家访谈法

实地走访国家矿山应急救援大同队部分指挥员、专家,了解矿山救护队员的训练条件、训练内容及损伤特征等信息,以进一步完善调查问卷。

#### 1.2.2 问卷调查法

参照文献[6],将职业损伤界定为:进入矿山应急救援队伍以来至今所发生的伤病,且需同时满足以下2项条件:①在矿山应急救援训练、比武或执行任务时发生的损伤;②该损伤导致一天或多天不能参加正常训练(对训练无任何影响的小面积擦伤等损伤不列入研究)。

1) 问卷设计。主要参考运动员与消防员等运动损伤调查问卷的内容与形式,结合实地走访情况,

设计制成《国家矿山应急救援大同队矿山救护队员职业损伤调查问卷》,涵盖基本信息、训练情况、运动情况、损伤情况4部分,共51项内容。

2) 问卷发放与回收。2023年4月—5月,通过问卷星平台发放问卷,采取大队长发给中队长,中队长下发给队员的方式,发放并回收304份问卷。

3) 问卷质控。通过比对国家矿山应急救援大同队大队长提供的人员名单与问卷人员名单、设置问卷陷阱、答题时间控制、IP范围限制及人工手动筛查等方式排除无效问卷,获得实际有效问卷297份,有效率为97.7%。

4) 问卷信效度检验。采用克朗巴哈系数(Cronbach's  $\alpha > 0.7$ )、KMO值(Kaiser-Meyer-Olkin value)  $> 0.8$ 、巴特莱特球形检验 $p$ 值等指标评价问卷信效度;通过SPSS26.0软件计算出问卷Cronbach's  $\alpha$ 为0.79、KMO值为0.831、 $p < 0.001$ ,说明问卷信效度较好。

### 1.2.3 数理统计法

使用Microsoft Excel 2021和SPSS 26.0统计软件包整理分析数据。①按照是否受伤划分出损伤队员(163人)与非损伤队员(134人)。②描述性统计。分析矿山救护队员的人口学信息和损伤特征信息。③独立样本T检验、卡方检验。用于找出区分

损伤队员和非损伤队员的显著性变量。④Logistic回归分析。用于复筛对国家矿山救护队员职业损伤有显著性影响的指标。

## 2 职业损伤情况和风险因素筛查

### 2.1 职业损伤的基本情况

#### 2.1.1 职业损伤发生率

国家矿山应急救援大同队的10个分队297名队员中,有损伤史的队员163人,损伤发生率为54.9%,其中,1次损伤116人,占比为39.1%;2次损伤34人,占比为11.4%;3次及以上损伤13人,占比为4.3%。

#### 2.1.2 职业损伤部位

调查发现,矿山救护队员共发生223次职业损伤,腰部损伤次数最多,占比为37.2%,主要集中在慢性腰肌劳损(34.9%)、腰椎间盘突出(30.1%);膝关节损伤次数次之,损伤率为11.2%。国家矿山应急救援大同队队员职业损伤发生的部位、类型与训练项目如图1所示。

#### 2.1.3 职业损伤类型

由图1可知:国家矿山救护队员最常见的损伤类型为劳损(28.7%)、扭伤(25.1%)、拉伤(22.4%);较罕见的类型为骨折和脱臼(2.7%)。

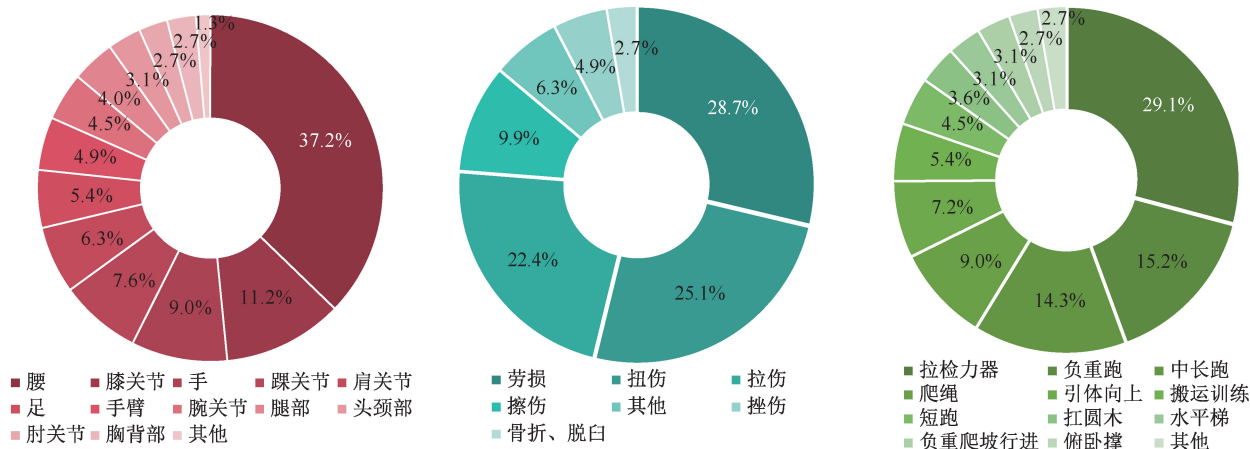


图1 国家矿山应急救援大同队队员职业损伤发生的部位、类型与训练项目

Fig. 1 Injured body segments and types, and training items for rescuers of Datong national mine rescue team

#### 2.1.4 职业损伤发生时期

职业损伤发生的时期主要集中在训练时,共发生179次,占比为80.3%;其次为比武,共发生27次,占比为12.1%;救援任务时发生次数最少,共17次,占比为7.6%。由图1可知:国家矿山救护队员在拉检力器(29.1%)、负重跑(15.2%)时发生的损伤最多,其次为中长跑(14.3%)、爬绳(9.0%)、

引体向上(7.2%)。

### 2.2 职业损伤风险因素筛查

损伤的发生并非由单一因素导致,为避免单变量探索风险因素的局限性,基于损伤病因的多因素评估模型,提出国家矿山救护队员损伤因果关系模型(图2)。

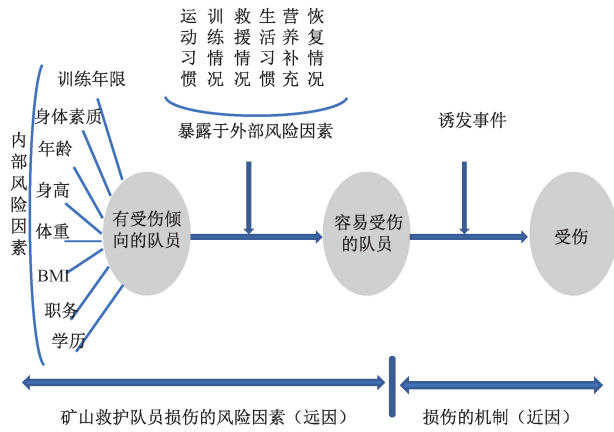


图2 国家矿山救护队员损伤因果关系模型<sup>[5]</sup>

Fig. 2 Injury causality model of national mine rescue team members

### 2.2.1 内部损伤风险因素

1) 年龄、身高、体质量、训练年限及身体质量指数 (Body Mass Index, BMI)。损伤组与未损伤组在年龄 ( $t = 1.005, p = 0.316 > 0.05$ )、身高 ( $t = 0.487, p = 0.627 > 0.05$ )、体质量 ( $t = 0.852, p = 0.395 > 0.05$ )、BMI ( $t = 0.051, p = 0.959 > 0.05$ ) 4 个指标没有显著性差异; 训练年限指标存在显著差异 ( $t = -2.097, p = 0.024 < 0.05$ ), 其中, 损伤组的训练年限显著高于未损伤组 (表 2)。

2) 学历、职务及身体素质。学历指标 ( $t =$

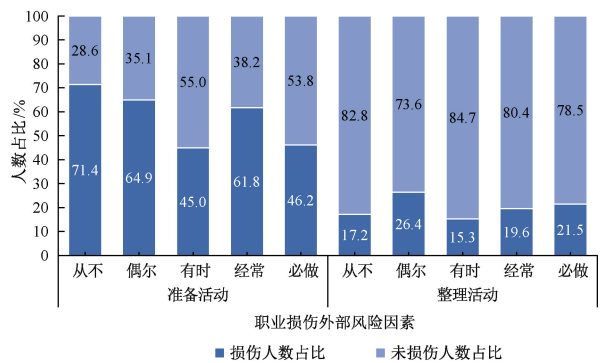
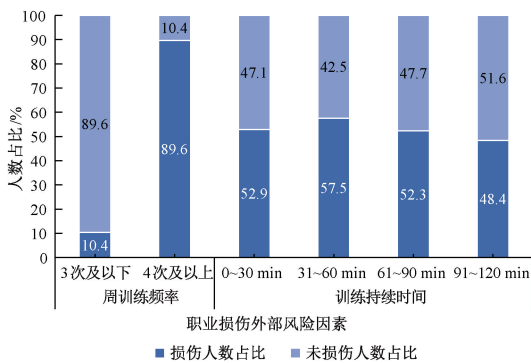


图3 训练情况、准备活动、整理活动与职业损伤的发生

Fig. 3 Training situation, warm-up, tidying activities and occupational injuries

4) 准备活动与整理活动。准备活动和整理活动的完成情况与损伤发生率之间均存在显著性差异 ( $\chi^2 = 11.658, p = 0.021 < 0.05; \chi^2 = 11.158, p = 0.025 < 0.05$ )。

5) 运动习惯。损伤组与未损伤组在带伤训练 ( $\chi^2 = 32.942, p < 0.001$ )、睡眠不足 ( $\chi^2 = 48.659, p < 0.001$ )、水的补充 ( $\chi^2 = 8.291, p = 0.038 < 0.05$ )、糖的补充 ( $\chi^2 = 10.690, p = 0.022 < 0.013$ ) 的完成程度

1.570,  $p = 0.117 > 0.05$ )、职务指标 ( $t = 2.314, p = 0.062 > 0.05$ )、身体素质指标 ( $t = -1.584, p = 0.114 > 0.05$ ) 不存在显著性差异。

### 2.2.2 外部损伤风险因素

1) 饮酒史。损伤组与未损伤组在是否饮酒 ( $t = -2.054, p = 0.04 < 0.05$ ) 方面存在显著性差异、是否吸烟 ( $t = 0.9, p = 0.369 > 0.05$ ) 方面不存在显著性差异。

表2 训练年限与职业损伤的发生

Table 2 Training years and occupational injuries

变量	损伤组 (n=163)	未损伤 (n=134)	t	p
训练年限/a	12.18±6.23	10.57±5.86	-2.097	0.024

2) 训练频率与持续时间。矿山救护队员周训练频率之间, 其损伤的发生率存在统计学差异 ( $\chi^2 = 14.596, p = 0.001 < 0.05$ ) 如图 3 所示。其中, 周训练 4 次及以上损伤发生率较高, 周训练 3 次及以下损伤发生率较低。不同训练持续时间之间, 其损伤的发生率没有显著性差异 ( $\chi^2 = 1.211, p = 0.759 > 0.05$ )。

3) 参与救援情况。损伤组与未损伤组每年参加救援任务的场次 ( $t = -1.175, p = 0.241 > 0.05$ )、每次救援持续时间 ( $t = 1.257, p = 0.210 > 0.05$ ) 之间不存在显著性差异。

之间均存在显著性差异 (图 4)。

### 2.2.3 职业损伤风险因素复筛

为筛选出与矿山救护队员职业损伤发生密切相关的影响因素, 进一步回归分析结果中有统计学意义的 9 个变量, 以职业损伤的发生 (1=是, 0=否) 为因变量; 训练年限、是否饮酒、周训练频率、准备活动、整理活动、带伤训练、睡眠不足、水的补充、糖的补充为自变量。纳入和排除标准采用  $\alpha = 0.10$  进

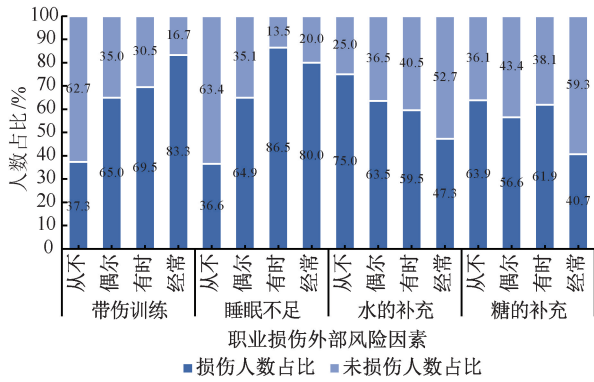


图 4 带伤训练、睡眠不足及糖的补充与职业损伤的发生

Fig. 4 Training with injuries, lack of sleep, sugar supplementation and occupational injuries

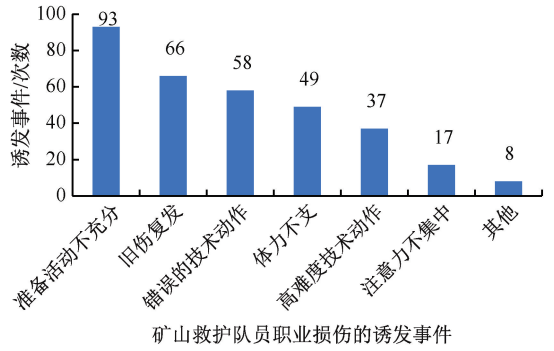


图 5 矿山救护队员职业损伤的诱发事件  
Fig. 5 Induced events of occupational injuries among mine rescuers

入,  $\alpha=0.15$  排除(表 3)。由表 3 可知:有饮酒史的矿山救援队员发生损伤的概率是不饮酒队员的 1.6 倍;周训练频率 4 次及以上的队员发生损伤的概率是周训练 3 次及以下的 3.6 倍;偶尔带伤训练队员的损伤发生率是从不带伤训练队员的 2.1 倍,经常带伤训练队员的损伤发生率是从不带伤训练的 4.5 倍;有时睡眠不足队员的损伤概率是从不睡眠不足的 10.6 倍。

表 3 职业损伤的发生与风险因素的二元非条件 Logistic 回归分析

Table 3 Binary non-conditional Logistic regression analysis of occupational injuries and risk factors

变量		<i>p</i>	回归分析结果指标
是否饮酒	否	参考	1.671
	是	0.042	
周训练频率	3 次及以下	参考	3.600
	4 次及以上	0.001	
带伤训练	从不	参考	2.123
	偶尔	0.030	
	经常	0.039	
睡眠不足	从不	参考	10.636
	有时	<0.001	

2.2.4 诱发事件

在矿山救护队员职业损伤的诱发事件中(图 5),准备活动不充分是导致损伤最多(28.4%),其次为旧伤复发(20.1%)、错误的技术动作(17.7%)。

3 矿山救护队员职业损伤调查结果分析

3.1 矿山救护队员职业损伤特征分析

研究表明:矿山救护队员职业损伤的总体

发生率为 53.9%,其中,80.3%的损伤发生于训练期间,在执行救援任务期间发生职业损伤仅为 7.6%,因此,训练致伤是影响应急救援队员健康和战斗力最突出的问题<sup>[3]</sup>。出现这种现象的原因可能是,虽然日常体能训练和技能训练都是保证队员在救援任务中取得成功的基础,但练习内容设计不科学、强度安排不合理、练习动作不标准等因素会导致训练中更容易发生损伤。此外,近年来,矿山救护队员执行救援任务频率相对降低,且救护队员观念从舍己救人向保己救人的转变可能也是其执行救援任务期间损伤发生率较低的原因。

在损伤部位方面,矿山救护队员多集中于腰部、膝关节。其中,慢性腰肌劳损、腰间盘突出较为严重。在调研过程中,矿山救护队员普遍反映腰伤可能和拉检力器练习存在关联,在该练习中,为了在规定时间内达到要求次数,队员们往往只追求速度与数量,不考虑完成动作的质量。连续弯腰、技术发力不当、过度用力及肢体配合不协调会使腰背部肌肉与韧带处于紧张状态,产生过度疲劳现象,导致损伤的发生,因此,错误的动作模式和发力顺序可能是腰伤较多的主要原因<sup>[7]</sup>。此外,在进行低巷行走项目训练时,矿山救护队员需要在狭小空间内采用下跪和弯腰的姿势完成训练,腰部常常需要作出超出生理活动范围的前屈、后伸、扭转等动作,致使其肌肉长期处于绷紧、牵拉状态,同样容易产生损伤。膝关节方面,由于负重跑项目是矿山救护队员日常训练及考核中的必考项目,队员均需负重佩戴 13 kg 的呼吸器,常年专项练习容易导致局部负荷过大,膝关节周围肌肉力量不平衡等问题的出现,对髌尖末端、股四头肌、髌骨、半月板、内侧副韧带造成劳损的不断积累,可能是导致膝关节损伤的主要原因<sup>[8]</sup>。

就损伤类型来看,矿山救护队员以劳损、扭伤、

拉伤为主,均为闭合性损伤。该研究结果与前人关于不同人群的研究结果类似<sup>[3]</sup>。一般来说,该类损伤主要是由于过度劳累、急性过度用力、损伤累积原因所致。这也再次说明:矿山救护队员的损伤大多数是由于日常训练中训练内容安排不合理、技术动作不规范、练习强度不合适等原因导致,与救援过程中的高温浓烟、高压低氧、煤尘爆炸等危险环境及矿井岩石坠落、塌方、滑坡等次生灾害关系较小。

### 3.2 矿山救护队员职业损伤风险因素

通过复筛发现,矿山救护队员发生职业损伤的主要风险因素为饮酒、周训练频率、带伤训练、睡眠不足。

饮酒常常是职业人群缓解压力的常用办法,矿山救护队员常常面临工作枯燥、乏味、辛苦等心理压力,他们也会通过饮酒来释放压力。研究表明:每周至少饮酒1次的运动员是不饮酒运动员损伤率的2倍以上<sup>[9]</sup>。这与文中有饮酒史的矿山救护队员是不饮酒矿山救护队员损伤发生风险的1.67倍的研究结果相一致。饮酒可能会降低矿山救护队员在日常训练及执行救援任务时中枢神经系统的兴奋性、有氧耐力、平衡能力、反应时间、以及精细运动技能的准确性,进而增加职业损伤风险<sup>[10]</sup>。

国家矿山救护队员每周训练4次及以上的队员发生职业损伤的风险是每周训练3次及以下队员的3.6倍。这可能与日常体能训练中缺乏科学专业的训练指导,内容安排不合理,重复错误技术动作等因素相关。

矿山救援队伍没有固定队医,损伤后何时可以投入训练,没有明确的评判标准,往往依靠指挥员或队员主观感受判断,这将增加带伤训练的风险。研究表明:武警官兵职业损伤的主要影响因素<sup>[11]</sup>为带伤训练,与文中结果相一致。损伤会导致肌肉活动不协调、关节活动度受限、注意力分散、对训练缺乏兴趣等症状,这会加大再次损伤的风险。矿山救护队员应避免带伤参训,防止队员陷入损伤—带伤参训—损伤加重的不良反应链中。

矿山救护队员在岗时间长、救援任务常常持续几个小时到几十个小时,致使大部分矿山救护队员存在睡眠不足的情况。睡眠不足导致的疲劳会造成日常训练及救援任务中神经系统支配调节准确性降低、反应迟钝、肌肉系统协调性和动作灵敏性降低,从而增加损伤风险<sup>[12]</sup>。军人、消防员、轮班工人等职业人群也存在着睡眠不足的情况,美军现役军人

睡眠剥夺率高达76%<sup>[13]</sup>。BROOKS等<sup>[14]</sup>研究表明:10 min的午睡可以改善主观睡意、疲劳和认知能力。因此,建议矿山救护队员在中午进行一定时间的午睡,降低损伤风险。

### 3.3 矿山救护队员职业损伤诱发事件

研究表明:导致国家矿山救护队员损伤最多的诱发事件是准备活动不充分,该因素往往也是消防员、武警官兵等人群发生职业损伤的主要原因。不充分的准备活动往往会造成队员在心理准备、体温提升、运动神经与能量代谢系统激活与动员方面不足,从而增加损伤风险<sup>[15]</sup>。旧伤复发是排名第2的损伤的诱发事件。这与上述研究结果:“经常带伤训练的队员发生损伤的概率是从不带伤训练队员的4.5倍”相互印证。主要原因可能是国家矿山救援队缺乏专业医护监督,对损伤的治疗康复缺乏专业的指导。此外,错误的技术动作、体力不支也是导致矿山救护队员发生损伤的主要诱导因素。矿山救援队指挥员在训练过程中往往从考核标准出发,更注重队员完成技术的数量和速度而较少关注技术完成的动作质量,导致其常在疲劳的情况下,重复错误技术动作,这极大增加损伤发生的风险。因此,日常训练中帮助队员掌握正确的技术动作,建立合理的动作模式至关重要。

### 3.4 损伤防治对策

#### 3.4.1 加强队员训练伤预防教育、提高队员防范意识

通过开展专题科普讲座、日常损伤处理指导示范、损伤预防教学等内容,让矿山救护队员了解职业损伤知识、掌握预防日常训练损伤的方法与手段、领会预防损伤与康复的益处,进而保障其职业健康。

#### 3.4.2 建立正确训练动作模式、重视科学化体能训练

高强度功能训练(High Intensity Functional Training, HIFT)通过设计功能性的练习动作并控制合理的练习强度和间歇,可以在保障应急救援人员体能有效提升的前提下,帮助其建立正确的训练动作模式,进而降低职业损伤的风险<sup>[16]</sup>。因此,建议将HIFT融入日常的训练方案。此外,针对救援队员背部、膝关节和踝关节损伤较多的情况,在训练中加入提升核心稳定性及膝关节、踝关节稳定性的训练,可以有效预防损伤<sup>[17]</sup>。在调研过程中发现矿山救援队缺少规范体能训练大纲、缺乏专业训练指导,建议通过引进专业体能训练人才、加强指挥员科学化体能培训、编制矿山救护队员体能训练大纲等手段有效提升队员体能水平以减少职业损伤的发生。

### 3.4.3 重视医护监督、建立训练伤处理预案

建议国家矿山救援队与属地医院、科研院所等单位合作建立日常训练损伤处理预案体系,做好损伤预警、功能康复、伤后重返训练的科学评判标准等工作。

## 4 结 论

1) 国家矿山救护队员职业损伤的发生率较高,

其中,以训练伤为主,损伤部位主要集中在腰、膝关节、手和踝关节;拉捡力器、负重跑发生损伤最多的项目;劳损、扭伤、拉伤为最常见的损伤类型。

2) 影响国家矿山救护队员职业损伤的内部风险因素主要为训练年限;外部风险因素为饮酒、周训练频率、带伤训练、睡眠不足;准备活动不充分、旧伤复发、错误的技术动作是损伤发生的主要诱导事件。

### 参 考 文 献

- [1] 国家安全生产应急救援队伍简介[EB/OL]. [2024-01-02]. [http://www.nwserc.cn/zydw/dwjj/202309/t20230915\\_463079.shtml](http://www.nwserc.cn/zydw/dwjj/202309/t20230915_463079.shtml).
- [2] 杨三军,荆亚茹,姜润发. 矿山救援队应急救援能力评价指标体系构建[J]. 中国安全科学学报, 2021,31(8): 180-188.  
YANG Sanjun, JING Yaru, JIANG Runfa. Construction of evaluation index system for emergency rescue capabilities of mine rescue teams [J]. China Safety Science Journal, 2021, 31(8): 180-188.
- [3] 焦爱红,蔡创生. 消防员常训科目训练致伤分析[J]. 消防科学与技术, 2015,34(3): 379-383.  
JIAO Aihong, CAI Chuangsheng. Injury analysis of firefighters normal subject training [J]. Fire Science and Technology, 2015, 34(3): 379-383.
- [4] 李小明,许向辉,李佳,等. 矿山救护队员工伤事故分析[J]. 职业卫生与应急救援, 2015,33(3): 209-210, 212.
- [5] MEUWISSE W H, TYREMAN H, HAGEL B, et al. A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation[J]. Clinical Journal of Sport Medicine, 2007,17(3): 215-219.
- [6] 唐桥,张海忠. FMS和YBT预测中国优秀军事五项运动员损伤发生率的研究[J]. 成都体育学院学报, 2019, 45(3): 94-99.  
TANG Qiao, ZHANG Haizhong. Research on the FMS and YBT and the incidence of sports injuries in Chinese elite military pentathlon athletes [J]. Journal of Chengdu Sport University, 2019, 45(3): 94-99.
- [7] WALTON S M, CONRAD K M, FURNER S E, et al. Cause, type, and workers' compensation costs of injury to fire fighters[J]. American Journal of Industrial Medicine, 2003,43(4): 454-458.
- [8] HEWETT T E, MYER G D, FORD K R, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study[J]. The American Journal of Sports Medicine, 2017,33(4): 492-501.
- [9] CONOR P O, LYONS F. Alcohol and the athlete[J]. Sports Medicine, 2000,29(5): 295-300.
- [10] VELLA L D, CAMERON S D. Alcohol, athletic performance and recovery[J]. Nutrients, 2010,2(8): 781-789.
- [11] 彭亦良,杨渝勇,刘筑,等. 重庆市武警官兵军事训练伤的流行病学调查[J]. 第三军医大学学报, 2013,35(22): 2473-2476.  
PENG Yiliang, YANG Yuyong, LIU Zhu, et al. Epidemiological studies of military training injury in Chongqing armed police troop[J]. Journal of Army Medical University, 2013, 35(22): 2473-2476.
- [12] CAMPBELL R. U. S. firefighter injuries on the fireground, 2010-2014[J]. Fire Technology, 2017,54(2): 461-477.
- [13] 郭焱,王祥尧,顾丹妮,等. 轮班工人睡眠质量问题及其干预策略[J]. 中国安全科学学报, 2022,32(增2): 236-242.  
GUO Tao, WANG Xiangyao, GU Danni, et al. Intervention strategies for sleep quality issues of shift workers [J]. China Safety Science Journal, 2022, 32(S2): 236-242.
- [14] BROOKS A, LACK L. A brief afternoon nap following nocturnal sleep restriction: which nap duration is most recuperative? [J]. Sleep, 2006,29(6): 831-840.
- [15] 黎涌明,李博,王雄,等. 赛前准备活动:实践导向的科学证据[J]. 西安体育学院学报, 2022,39(5): 606-617, 632.  
LI Yongming, LI Bo, WANG Xiong, et al. Pre-competition warm-up: practice-oriented scientific evidences [J]. Journal of Xi'an Physical Education University, 2022, 39(5): 606-617.
- [16] 杨三军,王昆,高笛,等. 应急救援人群高强度功能训练的应用效果与作用机制研究进展[J]. 体育科学, 2023, 43(3): 58-68.  
YANG Sanjun, WANG Kun, GAO Di, et al. The research progress on the effects and action mechanisms of high-intensity functional training on emergency rescue personnel [J]. China Sport Science, 2023, 43(3): 58-68.
- [17] 魏智丰,王子朴,杜承润,等. 平衡能力训练在下肢运动损伤预防及康复中的应用研究[J]. 中国体育科技, 2022,58(10): 9-13.  
WEI Zhifeng, WANG Zipu, DU Chengrun, et al. Study on application of balance training in the prevention and rehabilitation of lower limbs sports injury [J]. China Sport Science and Technology, 2022, 58(10): 9-13.

**作者简介:** 吴放 (1988—),男,河南开封人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事应急救援职业体能与健康防护等方面的研究。E-mail:wufangsport@163.com。

