

论著 DOI: 10.16369/j.oher.issn.1007-1326.2025.240545

• 调查研究 •

消防救援人员负性情绪调节策略： 来自脑电图测量的数据验证

Strategies for regulation of negative emotion among firefighters and rescue personnel:
validation from electroencephalogram data

王雅荣^{1,2}, 马钰¹, 张润雨¹, 任捷^{1,2}, 于维东^{1,3}, 王宏德⁴, 代淑月¹

WANG Yarong^{1,2}, MA Yu¹, ZHANG Runyu¹, REN Jie^{1,2}, YU Weidong^{1,3}, WANG Hongde⁴, DAI Shuyue¹

1. 内蒙古科技大学经济与管理学院, 内蒙古 包头 014017; 2. 内蒙古自治区高等学校人文社会科学重点研究基地产业信息化与产业创新研究中心, 内蒙古 包头 014017; 3. 内蒙古包头消防救援支队, 内蒙古 包头 014000; 4. 锡林郭勒盟蒙医医院, 内蒙古 锡林浩特 026000

摘要:目的 寻找有效的情绪调节策略, 维护消防救援人员的心理健康。方法 采取方便抽样的方法, 选取 70 名男性消防救援人员作为被试对象, 记录其脑电数据, 并使用通过专家评分的 12 段消防救援实景短视频资料作为实验素材, 诱发被试对象的负性情绪。随后, 将被试对象分为认知重评组($n = 35$)和表达抑制组($n = 35$), 分别应用认知重评和表达抑制两种情绪调节策略, 观察前额叶不对称指数(PAI)的变化, 以评估情绪调节效果, 并与被试对象主观感知的负性情绪强度进行对比。结果 两种情绪调节策略下, 被试对象在任务态中(即情绪调节后)的负性情绪强度评分均低于自由态(即情绪调节前)的评分($P < 0.01$)。在实施认知重评策略后, 被试对象的 PAI 值由 -0.21 变为 0.07, 表明负性情绪减弱; 而在表达抑制策略下, 该值从 -0.05 变为 0.06, 同样显示负性情绪减弱但程度稍弱。此外, 主观评价与脑电数据一致, 证明了两种情绪调节策略的有效性, 其中认知重评的效果更为显著。结论 认知重评和表达抑制两种情绪调节策略均能有效减轻消防救援人员的负性情绪, 且认知重评策略比表达抑制策略更有效。这为今后针对高压职业人群设计针对性的情绪管理方案提供了科学依据。

关键词: 消防救援人员; 负性情绪; 情绪调节策略; 认知重评; 表达抑制; 脑电图; 自由态; 任务态

中图分类号: R135 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2025)03-0359-06

引用: 王雅荣, 马钰, 张润雨, 等. 消防救援人员负性情绪调节策略: 来自脑电图测量的数据验证[J]. 职业卫生与应急救援, 2025, 43(3): 359-364.

消防救援人员担负着高负荷、高压、高风险的救援任务, 在救援现场经常面临复杂火场、建筑坍塌、人员伤亡等惨烈情境^[1], 会出现焦虑、抑郁等情绪^[2-3]。消防救援人员在救援过程中的心理活动会影响救援行动中的反应、判断、决策等行为, 甚至决定救援行动的成败^[4]。另外, 在日常高强度的训练活动中, 若消防救援人员不能完成训练任务, 也会因此感受苛责, 导致情绪沮丧^[4], 甚至恐惧、焦虑、抑郁^[5]。上述情绪状态均为负性情绪表现, 也称为消极情绪, 是一系列不愉悦的基本主观体验^[6]。负性情

绪持续存在会影响消防救援人员的心理健康^[7], 因此需要寻找有效的情绪调节策略, 激发个体保持积极健康的心理状态^[8]。

情绪调节是个体保持心理健康的关键心理机制^[9], 可以削弱和抑制负性情绪的产生, 也可以维持和增强正性情绪体验^[10]。认知重评和表达抑制是 Gross 情绪调节理论中的两种情绪调节方式^[11], 其中认知重评是调整内在看待情绪诱发情境^[12], 进而改变情绪体验^[13]; 而表达抑制是对将要发生或正在发生的情绪表达进行抑制^[14], 以保持冷静和理智。从神经管理学视角, 情绪识别研究可采用神经生理信号实验法, 如心电图(electrocardiogram, ECG)、事件相关电位(event-related potential, ERP)、脑电图(electroencephalogram, EEG)等。其中, EEG 以高时间分辨率、直接反映大脑神经元的电生理变化等优

基金项目: 内蒙古自治区社会科学基金 2024 年度高质量发展专项课题(2024EY28); 内蒙古自治区高校人文社会科学重点研究基地开放课题(KFSM-KDSK0207)

作者简介: 王雅荣(1966—), 女, 硕士, 教授

通信作者: 马钰, 1074983247@qq.com

势被用于情绪识别研究中^[15],例如观测额叶 α 功率不对称(frontal alpha asymmetry, FAA)指标呈现的情绪状态^[16]。左侧额叶和右侧额叶活动差异体现不同情绪类型,左侧额叶与消极情绪相关,右侧额叶与积极情绪相关^[17-18]。脑电波分为 5 类,分别为 θ 波、 δ 波、 α 波、 β 波和 γ 波,研究发现 α 波与情绪明显相关,且波动程度和皮质脑区的波动程度呈负相关^[19]。 α 波活动越强烈,对应脑区活动越弱^[20-21]。Allen 等^[22]将左、右前额叶电极 α 功率的对数做差,称为前额叶不对称指数(prefrontal asymmetry index, PAI),PAI 值由 α 波的功率谱密度计算得出。国内学者^[23-24]利用 EEG 技术,选择 PAI 作为指标,发现 PAI 为正值,且数值越大,被试对象积极情绪就越多,或消极情绪就越少。

本研究拟采用脑电设备,先诱发被试消防救援人员的负性情绪,通过计算 PAI 值,观察被试消防救援人员执行情绪调节策略前后脑区活动的差异,以判断应用认知重评策略和表达抑制策略两种调节策略的有效性。本研究已经过锡林郭勒盟蒙医医院伦理委员会审批。

1 对象与方法

1.1 对象

采用 G*Power 3.1 软件中样本量估计功能,设置效应大小(f)、显著性水平(α)及检验效能($1-\beta$)3 个数值估计被试对象的样本量。实验设置中等程度的组间差异,即 $f = 0.25$; $\alpha = 0.05$; $1-\beta = 0.80$ ^[25];计算结果为 68,即需要 68 名被试对象。

通过某市消防救援支队指挥部,采取方便抽样的方法,纳入 5 个消防站的 70 名消防救援人员为被试对象。被试对象均为男性,个体特征一致,无色盲色弱,视力或矫正视力正常,具有多次综合消防救援的经历。

1.2 方法

1.2.1 实验材料

Picard 等^[26]提出主体诱发和事件诱发两种诱发方法。主体诱发是让被试对象回忆过去经历中具有明显情绪色彩的片段;事件诱发是通过向被试对象展示带有情绪色彩的材料(视频、音频、图片、文字等)来诱发情绪^[27]。本研究以消防救援新闻报道视频材料诱发被试对象负性情绪,视频时长在 5 min 以内^[28]。本研究团队在安静环境中观看搜集的消防救援实景视频资料,并选择拟引发的负性情绪描述词,如紧张、愤怒、悲痛、恐惧、焦虑、抑郁等^[29-31],确定 14 段实景视频作为诱发负性情绪状态的材料,

具体见表 1。

1.2.2 视频负性情绪强度评估

本研究邀请 10 名消防、应急救援、思想政治方面的专家评估 14 段视频所引发的负性情绪强度。视频素材以邮件方式发送给专家,要求依次安静观看视频实验素材,并根据个人感受评价可能引发的负性情绪强度。其中,1 分代表负性情绪最轻微,2 分代表负性情绪轻微,3 分代表负性情绪中等,4 分代表负性情绪强烈,5 分代表负性情绪很强烈。回收 10 份评价表,运用 SPSS 27.0 软件进行均值、标准差及信度分析,14 段视频评分的均值范围为 3.70 ~ 4.60,标准差范围为 0.92 ~ 1.38,Cronbach's α 系数为 0.660。根据 SPSS 系统中“删除项后的 Cronbach's α 系数”提示,删除第 13 段和第 14 段视频素材后,Cronbach's α 系数为 0.776($\alpha > 0.7$),说明剩余 12 段视频素材信度良好。为确保视频素材信度,本研究仅采用这 12 段视频为实验素材。见表 1。

表 1 诱发负性情绪实验素材与情绪强度评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)

视频编号	消防救援实景视频	引发负性情绪	视频时长	专家评分 ($n = 10$)
1	累到虚脱继续救援	紧张	1 min 10 s	4.50 \pm 0.97
2	勇赴一线坚守使命绝不后退	焦虑	52 s	3.90 \pm 1.10
3	冰面救人,身入险境	紧张	58 s	3.70 \pm 1.25
4	救援负伤住进医院	悲伤	42 s	4.40 \pm 0.97
5	冲入火场救援双臂二级烧伤	悲伤	44 s	3.80 \pm 1.32
6	救援负伤忍痛处理伤口	焦虑	1 min	4.20 \pm 0.92
7	队长牺牲,队员含泪继续救助其他被困人员	悲痛	1 min 19 s	3.80 \pm 1.32
8	孤身入火海瞬间被炸飞	恐惧	1 min 7 s	4.20 \pm 1.23
9	冒险徒手拎着着火煤气罐送往安全地	紧张	1 min 23 s	4.60 \pm 0.97
10	眼见火团吞噬生命,为救他人不幸牺牲	悲伤	1 min 32 s	4.30 \pm 0.95
11	整夜搜寻被困队友,发现时队友已牺牲	悲伤	52 s	4.00 \pm 1.16
12	负责人玩忽职守,造成 25 名消防救援人员牺牲	愤怒	2 min 40 s	3.90 \pm 1.38
13	山林大火导致 27 名消防救援人员牺牲	抑郁	1 min 10 s	
14	洪水汹涌下艰难游向被困人员	紧张	1 min 11 s	

注:表格中视频材料来源:国家消防救援局、爱奇艺视频、腾讯视频、bilibili 等网站。

1.2.3 确定实验材料

12 个视频专家评分均值由高至低排序,均值越高可认为引起的负性情绪越强烈。预设被试对象执行情绪调节策略任务态下诱发的负性情绪强度高于未执行情绪调节策略自由态下诱发的负性情绪强度。当任务态诱发更高强度的负性情绪时,若情

绪调节策略仍能减弱被试对象的负性情绪,则更能证明情绪调节策略的有效性。因此,为了强化情绪调节效果,选择 2 个高均值实验素材,拟诱发被试对象更强负性情绪,抵消第一次观看视频带来的影响,即视频编号 1、9,作为执行认知重评和表达抑制情绪调节策略的任务态材料;选择 2 个次高均值实验素材,视频编号 4、10,作为不执行情绪调节策略的自由态材料。

1.2.4 实验流程

先向被试对象讲解研究的目的、流程、需要注意的事项以及正确运用情绪调节的策略,然后开展两个项目的研究,每个项目分别有 35 人参与,假定两项目被试对象群体间基本情况类似无差异。

项目一:随机确定 35 名被试对象作为“认知重评”组,执行“认知重评”策略调节负性情绪。认知重评策略文字提示语:“请集中注意力观看以下视频,将更多的注意力放到自己的情绪上,用积极的角度感受视频内容,调节您产生的低沉情绪,即您保护了人民的安全,您是一位受社会敬仰的英雄”。

项目二:其余 35 名被试对象作为“表达抑制”组,执行“表达抑制”策略调节负性情绪。表达抑制策略文字提示语:“请集中注意力观看以下视频,将更多的注意力放到自己的情绪上,抑制表达低沉情绪。即不把情绪向外输出,内心对自己说‘我要保持冷静’”。

实验项目中被试对象须连续无间隔参与 3 个组块实验。3 个组块为静息态、自由态、任务态,分别以组块统计数据,被试对象全程佩戴脑电设备。具体实验流程如下:

第一组块:静息态,被试对象静息 2 min,监测被试对象静息态的脑电数据,以呈现被试对象未刺激状态下中性情绪基线水平。

第二组块:自由态,被试对象未执行情绪调节策略自由观看 2 个次高均值视频,视频编号 4、10,每个视频结束后,需要被试对象根据自我感知评价负性情绪强度,以电脑按键完成评分并记录。

第三组块:任务态,被试对象执行认知重评或表达抑制情绪调节策略条件下观看两个高均值视频,视频编号 1、9,每个视频结束后,需要被试对象根据自我感知评价负性情绪强度,以电脑按键完成评分并记录。

与静息态组块不同,在自由态、任务态两个组块中,被试对象通过电脑按键评分来反映被试对象主观感知的负性情绪强度。评分采用 7 点计分,1 分代表情绪强度最微弱,7 分代表情绪强度最强烈,情

绪强度评分越高,表明被试对象负性情绪越强烈。

综上,两个项目的被试对象(各 35 人)都需要经历 3 个阶段测试,将共得到 $35 \times 3 + 35 \times 3 = 210$ 个数据。其中“3”为静息态、自由态、任务态 3 个组块;任务态分为认知重评和表达抑制两种。

1.2.5 脑电数据分析

首先,运用 Matlab 2023a 及其软件包 EEGLAB (2022)处理被试对象的脑电数据。步骤 1,定位通道并初步重新设置参考电极,将参考电极设置为 CZ。步骤 2,进行第二次重新设置参考电极,使用双侧乳突电极 T7 和 T8 的平均值作为新的参考电极。步骤 3,滤波,设置 0.1 Hz 高通滤波和 30 Hz 低通滤波。步骤 4,插值坏导,采用球面插值法对自动化检测的异常电极进行数据重建,以保持数据集完整。步骤 5,独立成分分析(independent component analysis, ICA),把信号分解成相互独立的多个源信号。

其次,计算前额叶区域所选 8 个电极点,即 FP1、FP2、AF3、AF4、F7、F3、F4、F8 在 α (8 ~ 13 Hz) 频段上的功率谱密度,取对数差作为前额叶不对称指标 PAI 值,其中 P_a 与 P_b 分别表示大脑左、右侧额叶区域对应通道的功率谱密度。功率谱密度与脑区活跃程度呈正比, P_a 与 P_b 值越大,说明其各自代表的左、右侧额叶区域越活跃^[32]。本研究以 PAI 值判断被试对象脑区左侧化程度及负性情绪减弱情况。PAI 为正值,值越大说明左侧化程度越大,被试对象负性情绪越微弱;相反,PAI 为负值,值越小说明左侧化程度越小,被试对象负性情绪越强烈。左侧额叶的 4 个电极点分别是 FP1、AF3、F3 和 F7,右侧额叶的四个电极点分别是 FP2、AF4、F4 和 F8。具体公式为 $PAI \text{ 值} = \ln(P_b) - \ln(P_a)$ ^[33],电极点见图 1。

1.2.6 统计学分析

使用 SPSS 27.0 软件对数据进行统计学分析。计量资料进行正态性检验,若满足正态分布则以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表述,组内均值前后差异比较采用配对样本 t 检验,组间均值差异比较采用独立

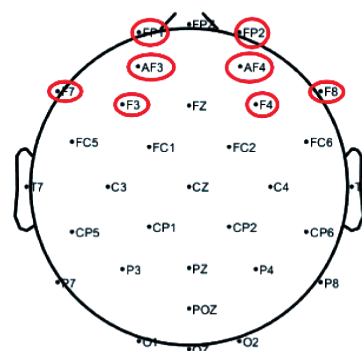


图 1 32 导电极分布图^[25]

样本 t 检验。计数资料以频数、百分比描述。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 行为数据结果

70 名被试对象基本信息统计如下：年龄 ≤ 25 岁 28 人(占 40%)，26 ~ 30 岁 35 人(占 50%)， > 30 岁 7 人(占 10%)；已婚 26 人(占 37%)，未婚 44 人(占 63%)；入队年限 ≤ 3 年 33 人(占 47%)，4 ~ 8 年 25 人(占 36%)， > 8 年 12 人(占 17%)。

在进行情绪调节策略之后的结果显示：(1) 认知重评策略下，被试对象在任务态中的负性情绪强度评分低于自由态时的评分，差异有统计学意义($P < 0.01$)；(2) 表达抑制策略下，被试对象在任务态中的负性情绪强度评分亦低于自由态时的评分，差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表 2。结果提示，无论是认知重评策略还是表达抑制策略，均能减弱被试对象负性情绪。

表 2 执行情绪调节策略前后情绪强度评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

情绪调节策略	人数	自由态	任务态	t 值	P 值
认知重评组	35	10.07 \pm 1.94	7.87 \pm 1.69	9.89	< 0.01
表达抑制组	35	9.47 \pm 1.85	6.92 \pm 2.06	8.94	< 0.01

2.2 脑电图数据结果

分别计算被试对象静息态、自由态和任务态的 PAI 值，结果见表 3。根据 PAI 值反映的被试对象

左、右脑区活动差异判断被试对象的情绪。

认知重评策略：被试对象静息态、自由态和任务态时的 PAI 值分别为 0.05、-0.21、0.07。静息态时 PAI 为正值，说明被试对象处于中性情绪，中性情绪基线水平为 0.05(表 3 中的 PAI 值)；其二，自由态时 PAI 为负值，说明被试对象观看视频素材后产生负性情绪；其三，任务态时 PAI 为正值，说明被试对象负性情绪减弱，且情绪趋向于中性情绪基线水平，即认知重评能有效缓解负性情绪。

表达抑制策略：被试对象静息态、自由态和任务态 PAI 值分别为 0.02、-0.05、0.06。其一，静息态时 PAI 为正值，说明被试对象处于中性情绪以及中性情绪基线水平为 0.02(表 3 中的 PAI 值)；自由态时 PAI 为负值，说明被试对象观看视频素材后产生负性情绪；任务态时 PAI 为正值，说明被试对象负性情绪减弱，且情绪趋向于中性情绪基线水平，即表达抑制能有效缓解负性情绪。值得注意的是，认知重评组被试对象从自由态到任务态的 PAI 值变化幅度为 0.28，高于表达抑制组的被试对象变化幅度 0.11，所以，认知重评策略相比表达抑制策略可以更大程度地缓解被试对象的负性情绪。

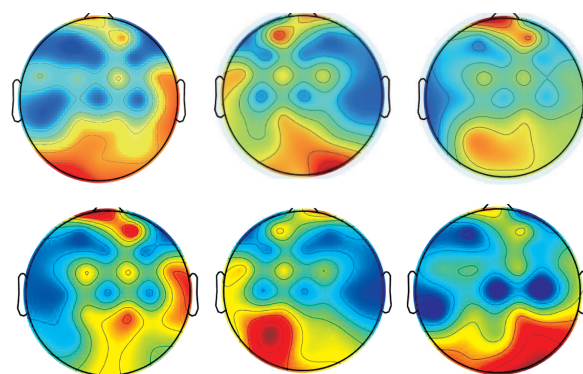
进一步比较认知重评组每位被试对象在自由态和任务态的 PAI 值差异，结果提示两组差异有统计学意义($t = -3.65, P < 0.001$)，Cohen's $d = 0.62$ ，表示两组数据存在中等差异效应量。表达抑制组每位被试对象在自由态和任务态的 PAI 值差异亦有

表 3 调节策略的调节结果 ($\bar{x} \pm s$)

指标	静息态结果		自由态结果		任务态结果	
	认知重评组 ($n = 35$)	表达抑制组 ($n = 35$)	认知重评组 ($n = 35$)	表达抑制组 ($n = 35$)	认知重评组 ($n = 35$)	表达抑制组 ($n = 35$)
Pa/($\mu V^2/Hz$)	20.74 \pm 6.55	25.31 \pm 5.19	19.73 \pm 5.30	22.52 \pm 7.53	18.38 \pm 4.92	21.21 \pm 6.07
Pb/($\mu V^2/Hz$)	21.83 \pm 6.85	26.59 \pm 5.88	15.97 \pm 4.95	21.44 \pm 7.18	19.78 \pm 3.42	22.55 \pm 6.03
PAI 值	0.05	0.02	-0.21	-0.05	0.07	0.06

统计学意义 ($t = -3.68, P < 0.001$)，Cohen's $d = 0.25$ ，表示两组数据存在较小差异的效应量。以上数据说明认知重评和表达抑制均有效地减弱了被试对象的负性情绪。

在认知重评组与表达抑制组中各选择 1 名被试对象进行脑电数据测试，其地形图见图 2，由左至右依次为静息态、自由态、任务态。地形图中，脑区颜色深浅对应脑区活动程度，由图可知，被试对象执行调节策略后前额叶左侧脑区颜色明显深于执行情绪调节策略前。



注：上 3 幅图为认知重评组，下 3 幅图为表达抑制组。

图 2 脑电数据结果

3 讨论

本次研究结果显示:(1)脑电数据结果中,被试对象静息态 PAI 值为正值,观看实验视频素材后,自由态时 PAI 值变为负值,表明视频素材能诱发被试对象负性情绪。(2)被试对象主观评价评分结果显示:两组被试对象执行认知重评或表达抑制情绪调节策略后,负性情绪强度评分均降低($P < 0.01$),说明两种调节策略都能减弱负性情绪。(3)脑电实验数据结果显示:两组被试对象执行认知重评或表达抑制情绪调节策略后,PAI 值均由负值变为正值,表明被试对象负性情绪明显减弱。而认知重评策略调节负性情绪效果更好,即积极态度更有助于缓解负性情绪。(4)被试对象主观评价结果与脑电实验数据结果一致。Giuliani 等^[34]运用事件相关电位,以电影片段作为情绪诱发材料研究,发现与表达抑制策略相比,认知重评策略能减少生理反应和交感神经系统的激活,更有效地缓解负性情绪。Ohira 等^[35]运用功能磁共振,以图片为刺激材料,发现相比表达抑制策略,认知重评策略更能降低杏仁核和内侧眶额皮质的激活水平,有效调节情绪。本次研究结果与上述研究结果一致。

认知评价理论指出,情绪并非直接由环境刺激引发,而是在个体对这些刺激的认知评价过程中形成的。这一理论认为,情绪是一种综合性的反应,它不仅取决于环境所提供的信息,还依赖于个体对这些信息进行的短期或长期的认知评价。这种认知评价涉及两个关键方面:一是评价该信息如何与个人相关,二是评估个人应对这种刺激的能力。而情绪包容在认知之中,基于这些评价,个体产生相应的情绪反应。个体能够依据自身的认知框架来评价外部刺激,并做出相应的反应,从而维持或恢复到良好的心理状态^[36]。

由此,认知评价理论能解释认知重评策略实验过程及结果,即实验创造情景-产生负性情绪-引导认知重评策略-减弱负性情绪。自我调节理论认为个体通过自我观察、自我判断和自我反应等过程,来调节自身行为和认知,即个体通过抑制某些情绪或冲动来适应环境^[37]。自我调节理论能解释表达抑制策略实验过程及结果,即实验创造情景-产生负性情绪-引导表达抑制策略-减弱负性情绪。

综上,为了让消防救援人员更好地完成高负荷的救援任务,减少引发紧张、愤怒、悲伤、恐惧等负性情绪,建议:(1)通过认知重评策略训练,让消防救援人员重新解释相关经历,对负面思维进行挑战和质疑,以更积极的思维模式替代负面思维。例如,

将“我无法应对这个挑战”替换为“我正在努力应对这个挑战,我有能力克服它”,从而降低创伤事件引发的恐惧、悲伤等负面情绪反应;(2)通过表达抑制策略训练,保持冷静并专注于任务。当出现强烈情绪反应时,将注意力转移到任务本身或其他与情绪无关的事物上,同时结合深呼吸与放松训练,给予自己积极的心理暗示。在实践中,建议优先采用认知重评策略。

本研究采用特定救援场景诱发被试对象情绪,未涉及生活情境下的情绪诱发。未来研究可引入生活情境作为情绪诱发材料,以比较救援场景与生活场景在情绪诱发上的差异。此外,情绪调节是一个具有时序性和动态性的加工过程,会随时间进程不断调整^[38],未来研究可纳入时间因素,考察情绪调节的动态变化过程,观察各个时间点的情绪状态变化。在实验方法方面,未来研究可采用更先进的技术,如功能磁共振成像和功能连接分析等,进一步探讨情绪调节过程中脑区活动及结构差异。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] 仲夏,张杰,范为桥,等. 消防救援人员心理健康的影响因素[J]. 消防科学与技术,2022,41(11):1576-1580.
- [2] 李新旺,白一鹭. 消防员创伤后应激障碍研究现状与展望[J]. 首都师范大学学报(社会科学版),2013(2):151-156.
- [3] 丁玮,张吉星. 某部消防官兵心理健康调查分析[J]. 山西职工医学院学报,2015,25(3):19-21.
- [4] 廖曙江. 消防员心理行为特性研究[J]. 消防科学与技术,2017,36(3):404-407.
- [5] DRYMAN M T,HEIMBERG R G. Emotion regulation in social anxiety and depression:a systematic review of expressive suppression and cognitive reappraisal [J]. Clin Psychol Rev, 2018,65:17-42.
- [6] GILBERT P,MCEWAN K,CATARINO F,et al. Fears of negative emotions in relation to fears of happiness,compassion,alexithymia and psychopathology in a depressed population:a preliminary study[J]. J Depress Anxiety,2014,2014:1-7.
- [7] 周娜,李玲,崔轶,等. 消防救援人员创伤后应激障碍与替代创伤的研究[J]. 职业与健康,2023,39(10):1297-1301.
- [8] GROSS J J,JOHN O P. Individual differences in two emotion regulation processes:implications for affect,relationships, and well-being[J]. J Pers Soc Psychol,2003,85(2):348-362.
- [9] CHERVONSKY E,HUNT C. Emotion regulation,mental health, and social wellbeing in a young adolescent sample:a concurrent and longitudinal investigation [J]. Emotion,2019,19(2):270-283.
- [10] GROSS J J. Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences[J]. Psychophysiology,2002,39(3):281-291.

- [11] GROSS J J, RICHARDS J M, JOHN O P. Emotion regulation in everyday life [M]. Washington D C: American Psychological Association, 2006.
- [12] 郑亦璟. 消防官兵常见心理问题成因及对策[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版), 2012(3): 70-71.
- [13] 程利, 袁加锦, 何媛媛, 等. 情绪调节策略: 认知重评优于表达抑制[J]. 心理科学进展, 2009, 17(4): 730-735.
- [14] YUAN J, LONG Q, DING N, et al. Suppression dampens unpleasant emotion faster than reappraisal: neural dynamics in a Chinese sample[J]. Sci China Life Sci, 2015, 58(5): 480-491.
- [15] ZHANG X, PETRA B, SCHILLING T M, et al. Emotional stress regulation: the role of relative frontal alpha asymmetry in shaping the stress response[J]. Biol Psychol, 2018, 138(2): 231-239.
- [16] PALMIERO M, PICCARDI L. Frontal EEG asymmetry of mood: a minireview [J]. Front Behav Neurosci, 2017, 11: 224.
- [17] JAWORSKA N, BLIER P, FUSEE W, et al. Alpha power, alpha asymmetry and anterior cingulate cortex activity in depressed males and females [J]. J Psychiatr Res, 2012, 46(11): 1483-1491.
- [18] REID S A, DUKE L M, ALLEN J J. Resting frontal electroencephalographic asymmetry in depression: inconsistencies suggest the need to identify mediating factors[J]. Psychophysiology, 1998, 35(4): 389-404.
- [19] GOLDMAN R I, STERN J M, ENGEL J JR, et al. Simultaneous EEG and fMRI of the alpha rhythm [J]. Neuroreport, 2002, 13(18): 2487-2492.
- [20] LAUFS H, KLEINSCHMIDT A, BEYERLE A, et al. EEG - correlated fMRI of human alpha activity [J]. Neuroimage, 2003, 19(4): 1463-1476.
- [21] HAJCAK G, OLIVET D M. The persistence of attention to emotion: brain potentials during and after picture presentation [J]. Emotion, 2008, 8(2): 250-255.
- [22] ALLEN J J B, COAN J A, NAZARIAN M. Issues and assumptions on the road from raw signals to metrics of frontal EEG asymmetry in emotion[J]. Biol Psychol, 2004, 67(1): 183-218.
- [23] 张晶, 周仁来. 额叶 EEG 偏侧化: 情绪调节能力的指标[J]. 心理科学进展, 2010, 18(11): 1679-1683.
- [24] 王相, 周晓静, 裘莎丽, 等. 大学生体力活动与轻度抑郁症状及额叶 α 功率不对称的相关[J]. 中国心理卫生杂志, 2024, 38(2): 180-185.
- [25] WANG Y, ZHANG R, LIU Y, et al. Research on intervention strategies for fire rescue personnel's competency frustration: EEG experimental validation [J]. Front Psychol, 2024, 15: 1455117.
- [26] PICARD W R, VYZAS E, HEALEY J. Toward machine emotional intelligence: analysis of affective physiological state [J]. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 2001, 23(10): 1175-1191.
- [27] CONSTANTINESCU A C, WOLTERS M, MOORE A, et al. A cluster-based approach to selecting representative stimuli from the international affective picture system (IAPS) database [J]. Behav Res Methods, 2017, 49(3): 896-912.
- [28] ROTTENBERG J, RAY R D, GROSS J J. Emotion elicitation using films [M]// Coan J A, Allen J B. The Handbook of emotion elicitation and assessment. London: Oxford University Press, 2007: 9-28.
- [29] 邱林, 郑雪, 王雁飞. 积极情感消极情感量表(PANAS)的修订[J]. 应用心理学, 2008, 14(3): 249-254.
- [30] 徐琳宏, 林鸿飞, 赵晶. 情感语料库的构建和分析[J]. 中文信息学报, 2008(1): 116-122.
- [31] 付丽秋. 消防员心理健康问题研究[J]. 武警学院学报, 2016, 32(8): 81-84.
- [32] DAVIDSON R J. What does the prefrontal cortex "do" in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research [J]. Biological Psychology, 2004, 67(1-2): 219-233.
- [33] 张晶, 周仁来. 额叶 EEG 偏侧化: 情绪调节能力的指标[J]. 心理科学进展, 2010, 18(11): 1679-1683.
- [34] GIULIANI N R, MCRAE K, GROSS J J. The up- and down-regulation of amusement: experiential, behavioral, and autonomic consequences [J]. Emotion, 2008, 8(5): 714-719.
- [35] OHIRAH H, NOMURAM M, ICHIKAWA N, et al. Association of neural and physiological responses during voluntary emotion suppression[J]. Neuroimage, 2006, 29(3): 721-733.
- [36] LAZARUS, RICHARD S. Thoughts on the relations between emotion and cognition [J]. Am Psychol, 1982, 37(9): 1019-1024.
- [37] 阿尔伯特·班杜拉. 社会学习心理学[M]. 郭占基, 译. 长春: 吉林教育出版社, 1988.
- [38] GROSS J J. Emotion regulation: current status and future prospects[J]. Psychol Inq, 2015, 26(1): 1-26.

收稿日期: 2024-12-18