

- 障的难点及与对策思考[J]. 中国实用医药, 2009, 4(21): 264-265.
- [12] 梁立武. 新形势下武警部队医院加强反恐卫勤保障的探讨[J]. 武警医学, 2007, 18(5): 393-394.
- [13] 蒲晓彦, 李云霞, 杜 劲. 反劫机作战中卫勤保障的探讨[J]. 武警医学, 2009, 20(3): 284-285.
- (2021-03-20 收稿 2021-08-20 修回)
(责任编辑 张 楠)

热带环境下军事训练与热习服的研究进展

许成勇, 黄振俊

【关键词】 军事训练; 热习服; 热带地区

【中国图书分类号】 R82

【引用本文】 许成勇, 黄振俊. 热带环境下军事训练与热习服的研究进展[J]. 武警医学, 2022, 33(4): 357-360.

热带地区具有气温高、日照时间长、雨量多、湿度大的特点, 中暑及热射病是驻训官兵常见的军事训练伤之一^[1], 文献[2]报道, 热射病如未得到及时有效救治, 相关病死率可高达 80%。我国南方地区地处亚热带及热带北缘, 受热带季风气候的影响, 高温、高湿的气候环境导致驻地官兵在军事训练中热射病多发; 而热习服训练是有效防治中暑及热射病发生的重要手段。本文对热带环境下军事训练与热习服的相关研究进行综述, 为科学合理、有针对性地对热带地区驻训官兵热习服能力进行干预提供参考。

1 热带环境下训练对健康的影响

1.1 对生理指标的影响 高温、高湿环境下的军事训练, 对健康人体的心率、血压、体温等多项生理指标均有一定影响。体温变化是最明显的生理反应指标, 而且容易观测、反应直观, 是监测热环境体能训练最常用的生理指标。静息状态下, 人体体温调节极限环境为相对湿度 85%、气温 31 ℃ 或相对湿度 50%、气温 38 ℃。高温高湿环境下运动与训练对人体体温正常调节造成严重影响。高热环境运动训练时, 机体为保证运动效能, 调控血液输送主要保障骨骼肌肉, 造成皮肤黏膜供血量减少, 散热能力弱化, 导致体内热量蓄积^[3]; 而体液的丢失加剧了机体温度的上升, 国外早期研究发现机体在高热环境下进行高强度运动时, 体液每丢失 1%, 核心体温上升 0.22 ℃^[4]。湿热环境下高强度运动对机体的肝

肾功能、炎症反应等都有一定影响。随着运动训练强度的增加, 湿热环境下出汗量也随之增加, 进而出现尿液浓缩、肾血流量和肾小球过滤率下降, 影响肾脏功能。研究显示, 经典型热射病与劳力型热射病的最常见生化指标异常表现为肝肾功能损伤、横纹肌溶解^[5], 严重者常合并凝血功能障碍^[6]。另外, 机体在长期高热环境下的体温升高会导致炎症细胞因子释放增加, 诱导全身性炎症反应^[7,8]。热应激环境也会影响机体的消化功能及肠道微生物菌群。在热环境中参加运动的人员受高温影响, 常出现消化液分泌减少、食欲下降、消化功能减退等, 造成对热能和其他营养素的摄入不足; 而动物实验研究显示热应激环境下的大鼠肠道的厌氧/需氧菌菌群比例降低, 其中病原菌(溶血菌、大肠埃希菌和葡萄球菌等)的比例增加, 出现肠道屏障破坏、炎症反应激活等病理过程, 这可能是导致消化道症状产生的原因之一^[9]。

1.2 对机体作业能力及心理的影响 高温、高湿环境下的军事训练作业对象容易感到疲劳、反应迟钝, 导致警觉性降低进而影响训练作业效率。在湿热环境下运动, 脑血流量、脑代谢率随着体温升高而逐渐增加, 但当机体温度超过一定限度并持续高温时, 脑血流量及脑部氧代谢率则出现下降趋势, 进一步影响作业效率和能力^[10]。任兆生等^[11]选取 10 名男战士在试验温度 45 ℃、相对湿度 50% 的环境舱内静坐 2 h, 结果显示热暴露 40 min 时, 心率超过 100 次/min、直肠温度为 37.5 ℃、皮肤温度超过 37 ℃, 研究对象的脑功能和加速度耐力受到显著影响。说明高温、高湿环境下的高强度运动除了对人体生理应激产生影响外, 对心理应激也有一定影响。张新萍等^[12]对健康男性大学生在高温气候下进行

基金项目: 解放军总医院军事医学青年专项扶持项目(QNF19011)

作者简介: 许成勇, 博士研究生, 主治医师。

作者单位: 572013 三亚, 解放军总医院海南医院康复诊疗区

90 min 室外篮球活动后的心理状态进行评估,测试结果显示,被试者主观感觉疲劳程度、SCAT 焦虑量表得分升高,提示高温环境下高强度运动时间大于 20 min 便会感觉到疲劳,运动结束时劳累程度加重,且热环境下的高强度运动更容易导致运动者出现明显的焦虑。李志刚等^[13]比较训练与考核情景下心理状态对军校学员长跑致中暑的影响,选取军校学员 471 名学员在常规训练与毕业考试两种条件下的测评结果进行自身比对分析,发现同等的热环境条件和负重情况下,考生在考核应激情景下更易发生中暑。刘艳等^[14]对因军事训练导致不同程度中暑官兵的心理健康状况用 SCL-90 量表进行评估发现,与正常组官兵相比,先兆中暑、轻度中暑、重度中暑官兵的抑郁和焦虑得分均显著升高。因此,做好热环境下训练期间的心理评估及心理干预也是热习服训练中的重要内容。

2 热习服与热环境下运动训练

2.1 热习服对机体的影响 在军事训练领域,相关训练人员在理论指导及医学监测下,开展的对湿热环境适应状态的训练过程即称为热习服。热习服是机体对热环境刺激做出的保护性生理反应,在热环境的刺激下,人体通过内分泌-神经系统调节建立新的条件反射,下丘脑体温中枢发生适应性变化,肾素-血管紧张素及垂体-肾上腺皮质-甲状腺系统通过调节体内的激素水平改善机体功能,其过程主要分为原始反应阶段、代偿适应阶段、调整巩固阶段^[15]。热习服的目的是使热环境下参训者的生理紧张状态获得暂时性改善,主要包括体温升高和心率增加的显著减少、机体出汗率的增多、不适感消失等一系列耐热力提高的状态^[16]。对热带地区参训官兵进行热习服训练能够提高其对高温环境的适应能力,减少环境及训练强度对机体的影响。田喆等^[17]选择 11 名男大学生在人工环境舱中以规定的速度进行台阶训练模拟热习服,发现热习服后口腔温度、心率、血压和出汗量等,以及主观热感觉和疲劳评价指标改善。刘小东等^[18]在高温高湿环境下对军校学员进行热习服训练,发现热习服组 12 min 跑成绩优于未训练组。适当的热习服训练能够改善机体代谢指标,降低运动损伤疾病的发生率。Sekiguchi 等^[19]报道,热适应训练能提高耐力跑运动员的最大摄氧量;叶建新等^[20]发现,在我国南方地区夏季(8 月份)进行热习服训练后参加 5 km 长跑,其中热习服组的急性生理与慢性健康评分Ⅱ(APACHE Ⅱ评分)低于对照组,格拉斯哥量表

评分(GCS 评分)高于对照组,热习服组的劳力性热射病、多器官功能障碍综合征、器官累及发生率低于对照组。

2.2 热习服训练方法

2.2.1 训练时间与训练模式 已有不少学者在环境条件、训练方式及训练时间等方面对热习服训练的方法研究进行了探索。热环境下训练时间、热暴露时间等均可影响热习服的效果,刘瑞东等^[21]发现,热习服的适应效果最大化的训练时长应至少达到 2 周;徐雅文等^[22]通过在封闭的热湿环境舱内采用跑步机进行热习服训练,发现单次热暴露时间越长,热习服训练效果越显著。除了模拟湿热环境、增加热暴露时间等方法外,也有研究采用复合训练方法增强热习服能力,罗雪等^[23]采用热习服训练复合缺氧训练,发现综合训练方法能够提升机体耐热能力,缺氧复合热习服组的出汗量、 $VO_{2\max}$ 、PWC₁₇₀、最大心输出量、氧耗量/最大心率、最大二氧化碳排出量、最大肺通气量均显著增加。Rønnestad 等^[24]报道,以持续 8 周穿着热衣运动训练的热习服训练模式模拟热带环境,发现该训练模式能够提高训练对象的直肠温度,增加运动员耐力及体内血红蛋白含量。

2.2.2 装备及训练环境 训练中健康监测、降温装备的使用等也是热习服训练中重要的保障环节,对预防热射病的发生有积极作用。在热习服训练前,对参训对象进行健康状态评估,避免人员在可能影响训练效果的疾病状态下参加训练,特别是对上呼吸道感染、腹泻等急性病恢复后的参训人员要密切关注^[25]。在降温装备方面,降温背心(手套、头盔等)、浸臂式冷却系统等新型装备的使用,可以快速降低训练人员的核心温度和皮肤温度,有效延长热环境耐受时间^[26,27]。相对封闭的室内训练模式可以更好地控制环境条件,宁波等^[28]探索部队基层热室热习服方法,研究发现在温度 40℃、相对湿度 40%的室外环境下热习服训练效果和热室中训练 2 h 连续 7 d 的被动热习服训练评估效果差异不明显,提示基层热室可以克服气候因素对室外热习服训练的影响。

2.2.3 营养干预 膳食及电解质补充在提高机体热习服训练水平方面亦有重要的作用。在高热高湿热带环境下的高强度训练,机体每小时的脱水量可达 1000~2000 ml,及时、快速的补充水、电解质以及膳食补充剂能够很好地预防热射病的发生^[29,30]。复合营养剂的使用能够提高训练人员热适应能力,李斌等^[31]对热环境训练中的女子网球运动员进行营养干预(个性化食谱、高能固体饮料、维他保、电

解质活力胶囊、强力恢复冲剂等)发现,营养干预后运动员的膳食总热能、糖类和蛋白质摄入比例分别显著增加,脂肪摄入比例显著下降,体脂百分比显著降低,血红蛋白、尿素、肌酸激酶、睾酮和皮质醇等水平维持正常,提出合理膳食、营养补剂有助于提高运动员的热适应能力。调节肠道菌群亦能影响机体对热应激的适应,研究发现提前给大鼠喂食枯草芽孢杆菌后,将其放入 45 °C 高温环境中 30 min,发现其体内的内毒素、IL-6、IL-10 表达水平下降,机体核心温度较对照组降低^[32]。

2.2.4 训练标准与规范 军事训练中的热射病防治及热习服训练研究与规范已纳入我军标准化建设规程中。早在 1996 年就以中华人民共和国军用标准的形式颁布了《军人耐热锻炼卫生规程》来规范部队热习服训练;2018 年全军热射病防治专家组根据部队热习服训练的需要,对热习服对象、环境、实施方法、热习服达标标准等进行了规范,为更好预防热环境下训练伤发生提供指导^[33,34],同时专家组推荐热习服训练的初训环境温度为 30 °C,训练后期逐渐将环境温度增加至 31~37 °C。对于热习服达标标准研究多采用心率、口腔温度、直肠温度、出汗率作为考核指标。宋青和宁波^[35]认为,热环境下训练无不适症状、心率在训练后 10~15 min 接近训练前水平、体温升高幅度下降、机体出汗率增加可作为热习服达标标准,为热习服的量化评估提供了依据。目前,各地区多根据气候及场地的特点开展相应的热习服训练,但作为专家共识建议军事热习服训练每天训练 1~2 次,训练时间每天 50~120 min,训练过程进行必要的生命体征监测^[36]。

3 总结与展望

综上所述,热带环境下的高强度训练对参训人员的生理指标、心理状态、作业能力等均有不同程度的影响,而中暑及热射病的防治是热带地区参训官兵重要的卫勤保障内容。热习服训练对提高参训人员适应热带训练环境、保障训练官兵身体健康和生命安全、减少非战斗减员的发生,具有非常重要的意义。目前,热习服训练提高机体热适应能力的具体机制尚需进一步探索;而制定规范化、个体化、便于实施的热带环境下热习服训练方案,结合充分的医疗卫勤保障及心理支持,是提高热带地区驻训官兵的训练效果、保障打赢的重要方法。

【参考文献】

[1] Armed Forces Health Surveillance Branch. Update: heat in-

- juries, active component, U. S. Army, Navy, Air Force, and Marine Corps, 2015[J]. MSMR, 2016, 23 (3):16-19.
- [2] 林清暑,汤林艳,于松强,等. 劳力性热射病致多器官功能障碍 22 例[J]. 实用医药杂志, 2017,34(7): 612-613.
- [3] Lee K W J, Kuah L F, Wasan P S, *et al.* Short term training in a cool vs. warm environment on aerobic performance in a warm and humid condition[J]. J Sci Med Sport, 2017, 20: S56.
- [4] Chevront S N, Montain S J, Goodman D A, *et al.* Evaluation of the limits to accurate sweat loss prediction during prolonged exercise [J]. Eur J Appl Physiol, 2007, 101(2):215-224.
- [5] 董磊,张海燕. 经典型热射病与劳力型热射病生化指标与临床特征分析[J]. 中国社区医师, 2021, 37(23):14-15.
- [6] 焦海涛,扈丽媛,崔建斌,等. 劳力性和非劳力性热射病致凝血功能障碍比较分析[J]. 实用医药杂志, 2015, 32(10): 695-697.
- [7] 叶建新,林航,穆军山,等. 探讨 TLR4/NF-κB 信号通路在劳力性热射病大鼠脑损伤中的作用[J]. 解放军医学院学报, 2019, 40(12):1170-1173.
- [8] 杨胜,葛燕萍,张冬惠,等. 连续性血液净化并强化目标控制温度管理救治热射病患者的临床观察[J]. 中国中西医结合急救杂志,2017,24(4):409-414.
- [9] Ducray H A G, Globa L, Pustovoy O, *et al.* Yeast fermentate prebiotic improves intestinal barrier integrity during heat stress by modulation of the gut microbiota in rats[J]. J Appl Microbiol,2019,127(4):1192-1206.
- [10] 吴潇男,杜军. 湿热环境对机体的影响及热习服建立的研究进展[J]. 实用医药杂志, 2015, 32(9):13-18.
- [11] 任兆生,李伟,李克清,等. 高温高湿环境对飞行员生理影响的特点及安全耐限分析[J]. 航空军医, 1994, 22(2):76-78.
- [12] 张新萍,杨茜,解缤. 气候热应激对大学生运动生理及心理影响的实验研究[J]. 山东体育科技, 2005,27(1):31-32.
- [13] 李志刚,董伟,崔萍,等. 训练与考核情景下心理状态对军校学员长跑致中暑的影响比较[J]. 河南医学研究,2021,30(7): 1249-1251.
- [14] 刘艳,马珍珍,赵珉,等. 训练致不同程度中暑官兵心理健康状况分析[J]. 中华灾害救援医学, 2018,6(9):494-497.
- [15] 刘珺,杨晓明,张向阳,等. 模拟条件下热习服训练的必要性、方法和效果评估[J]. 武警医学,2021, 32(7):641-644.
- [16] 陈家俊,王静. 热习服训练方案及评价指标的研究进展[J]. 军事医学, 2020(6):465-469.

- [17] Tian Z, Zhu N, Zheng G Z, *et al.* Experimental study on physiological and psychological effects of heat acclimatization in extreme hot environments[J]. *Build Environ*, 2011, 46(10): 2033-2041.
- [18] 刘小冬,房晓,张雷,等. 模拟湿热环境下军人习服训练干预研究[J]. *中国社会医学杂志*, 2012, 29(2):128-130.
- [19] Sekiguchi Y, Benjamin C L, Manning C N, *et al.* Effects of heat acclimatization, heat acclimation and intermittent heat training on time-trial performance[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2021, 53(85): 348.
- [20] 叶建新,林航,穆军山,等. 热习服训练对高温,高湿环境中高强度体力活动人群的影响[J]. *中国医药导报*, 2020, 17(15): 22-25
- [21] 刘瑞东,刘建秀,李钊,等. 热环境对不同冲刺能力的影响和训练启示[J]. *山东体育学院学报*, 2019, 35(3):90-98.
- [22] 徐雅文,朱能,张志宇. 日训练时长对热湿环境下人员热适应性的影响[J]. *暖通空调*, 2019, 49(10): 113-116, 128.
- [23] 罗雪,陈征辉,何根林,等. 热习服训练复合缺氧训练增强耐热能力的研究[J]. *第三军医大学学报*, 2019, 41(17):1611-1619.
- [24] Rønnestad B R, Hansen J, Bonne T C, *et al.* Case report: heat suit training may increase hemoglobin mass in elite athletes[J]. *Int J Sports Physiol*, 2021: 1-5.
- [25] 曹德康,王欣. 军事训练伤中热射病的特点与预防策略[J]. *武警医学*, 2019, 30(6):461-464.
- [26] Wang F, Song W. An investigation of thermophysiological responses of human while using four personal cooling strategies during heatwaves[J]. *J Thermal Biol*, 2017, 70(Part A):37-44.
- [27] Degroot D W, Kenefick R W, Sawka M N. Impact of arm immersion cooling during ranger training on exertional heat illness and treatment costs[J]. *Mil Med*, 2015, 180(11):1178-1183.
- [28] 宁波,刘涛,韩玉明,等. 基层热室建立及热室中主动被动热习服训练效果评估[J]. *空军医学杂志*, 2021, 37(3):185-188.
- [29] 陈长富,董文鹏,杨博,等. 热射病致器官损伤的研究进展及治疗现状[J]. *实用医学杂志*, 2016, 32(14):2272-2275.
- [30] 王少康,张笑婷,李磊,等. 膳食补充剂对热射病的防护作用及机制研究进展[J]. *解放军医学杂志*, 2021, 46(11):1148-1152.
- [31] 李斌,杨则宜,李际海. 两周热环境训练结合营养干预对优秀女子网球运动员营养和机能状况的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 2010, 29(2):214-216.
- [32] Sorokulova I, Globa L, Pustovyy O, *et al.* Prevention of heat stress adverse effects in rats by bacillus subtilis strain[J]. *J Vis Exp*, 2016(113): e54122.
- [33] 宋青. 热射病规范化诊断与治疗专家共识(草案)[J]. *解放军医学杂志*, 2015, 40(1):1-7.
- [34] 宁波,宋青.《部队热习服指南》解读[J]. *空军医学杂志*, 2018, 34(4):276-278.
- [35] 宋青,宁波. 部队中暑防治手册[M]. 北京:人民军医出版社, 2016:38-40.
- [36] 刘树元,宋景春,毛汉丁,等. 中国热射病诊断与治疗专家共识[J]. *解放军医学杂志*, 2019, 44(3):181-196.

(2021-07-27 收稿 2021-12-21 修回)

(责任编辑 李云霞)

军事训练期间蛇毒液烧伤角膜 1 例

尹黎,左志高,靳莎莎,买志彬,乔守莲

【关键词】 军事训练;角膜烧伤;蛇毒;急救

【中国图书分类号】 R779.13

【引用本文】 尹黎,左志高,靳莎莎,等. 军事训练期间蛇毒液烧伤角膜 1 例[J]. *武警医学*, 2022, 33(7):631-632.

角膜烧伤属于眼前段化学伤的一种,化学致伤物按种类又分为酸性和碱性物质^[1-2]。临床早期干预、正确的急救治疗对于有效保存视力及预防并发

症有很重要的作用^[3]。我院收治一名较为罕见的蛇毒化学性烧伤病例,经及时治疗,视力良好。

1 病例报告

患者,男,21岁,因野外军事训练时左眼溅入蛇毒液后视力下降6h,于2019-11-18来我院就

作者简介:尹黎,本科学历,副主任医师。

作者单位:450052 郑州,武警河南总队医院特色专业一科