

· 综 述 ·

军事作业性疲劳及疲劳干预恢复的研究进展

李 昕¹, 陆菊明²

(解放军总医院: ¹内科临床部, ²内分泌科, 北京 100853)

【摘 要】现代战争对军人的感官冲击以及体能考验都远超以往, 军事作业对军人体能的要求也越来越高。本文对军事作业性疲劳定义和机制, 预防以及治疗措施进行了综述, 详细阐述了军事作业性疲劳的内涵、预防和治疗的重要性, 以及新近的研究观点, 有助于深入了解军事作业性疲劳, 进而积极预防该病的发生。

【关键词】军事医学; 疲劳

【中图分类号】 R82

【文献标识码】 A

【DOI】 10.3724/SP.J.1264.2012.00101

Military fatigue and recovery of fatigue intervention: recent advances

LI Xin, LU Juming

(¹ Clinical Division of Internal Medicine, ² Department of Endocrinology, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

【Abstract】 Modern warfare has profound sensory impact on soldiers, and the military operations also require more for soldiers' physical fitness. This paper not only summarized the definition and mechanisms of military fatigue, prevention and treatment measures, but also elaborated the importance of connotation, prevention and therapy of military fatigue, as well as the recent research topics. It is instructive for better understanding of military fatigue, and actively prevent the occurrence of this condition.

【Key words】 military medicine; fatigue

非疾病状态下出现疲劳, 是正常的生理和心理现象。军事作业性疲劳虽属于运动性疲劳范畴, 但也有其特殊性。运动性疲劳是指机体不能将机能保持在某一特定水平, 或者不能维持某一预定的运动强度, 或被迫放弃继续工作, 是机体机能的暂时下降现象。军人平时军事训练科目多、强度大、时间长, 在作训期间极易发生军事作业性疲劳。战争条件下, 军人在长时间、高度紧张、超生理负荷情况下, 生理过程不能继续维持在特定水平, 将会严重影响部队的战斗力。各国都在广泛和深入地研究现代军事作业性疲劳^[1,2], 以期科学客观地阐明军事作业性疲劳的发生机制, 并有效防治军事作业性疲劳, 最大限度提高部队战斗力。

1 军事作业性疲劳的症状、体征及常见并发症

1.1 生理疲劳是主要的个体感受

长时间的军事作业中, 体内的能量消耗, 大量排汗使体内盐份丢失, 可造成肌肉收缩无力或痉挛;

血液pH值下降, 细胞外液及离子浓度发生改变, 进一步导致渗透压改变, 致使包括各种神经递质、氧化还原物质、离子等的“稳定内环境”失调。生理学检测可发现疲劳时呼吸肌耐力下降, 反应时间长, 膝跳反射阈值升高; 心电图示S-T段波下移, T波倒置。失衡导致的诸多方面异常, 如大脑中抑制性物质 γ -氨基丁酸含量增加, 体内水分、钾等的缺失会造成更进一步的生理机能紊乱。

反复超负荷的应力、张力、剪切力等因素, 或疲劳、损伤肌肉的不协调收缩反复作用等, 可造成骨骼、肌肉等运动系统的组织结构发生改变, 逐渐导致内应力减弱。疲劳性骨折、关节功能障碍、半月板损伤、肌肉损伤等都是机体在发生疲劳而未及时恢复时运动系统发生的严重并发症。

内脏系统损伤发生率较低, 可一旦发生, 将严重影响战斗力。高强度运动使军人的血流动力学急剧改变, 心脏、肾脏、肝脏、大脑、消化系统等重要脏器的功能也在神经内分泌等调节因素作用下发生剧烈变化, 当神经内分泌等调节因素不能适应大运动量导致的机体功能剧烈变化时, 机体的内稳状

态失衡,可以引起腹痛、深静脉血栓形成、急性肾功能衰竭等损伤。

1.2 心理疲劳

现代战场环境特殊,高科技武器的广泛应用使战场环境变得更加恶劣和残酷。疲劳、饥饿、冷、热、迷失方向、伤亡率高、战争的超高机动性要求、战况进展时,更易发生战争性心理应激,对军人的感官和心理会造成极其强烈的刺激。

信息化战争条件下,战斗人员的情绪状态始终处于紧张状态,注意力高度集中,要对海量数据进行分析,其感知、记忆、思维也都处于高度应变状态。战争环境中的自身和战友伤残、长时间精神和躯体过度疲劳等,会造成强烈的应激,引发失能性心理反应,导致参战人员的认知、情感、思维与行为异常,表现为:情绪不稳定,易冲动、烦躁;睡眠障碍,如做恶梦或入睡困难,进一步发展可出现睡眠剥夺现象,致使作战人员发生认知力下降、注意力不集中、错漏、短时记忆力受损、判断力下降,进一步可导致疲劳衰竭、丧失战斗力、甚至发生战术错误^[3];过度惊恐反应,表现为对外界刺激反应过于敏感,出现肌肉紧张、战栗、盗汗、恶心、尿频尿急、呼吸困难、心慌胸闷等症状。严重的军事作业性心理应激,包括剧烈颤抖、目光呆滞、沉默不语、幻觉、抑郁、焦虑、言语障碍、突发性攻击行为等。极其严重的军事作业性心理应激,可出现失聪、失明、失语、瘫痪、精神分裂样症状,完全丧失作战能力等^[4]。

2 军事体能性疲劳的病理生理机制

疲劳的病因尚不十分清楚,其生理机制有以下几种假设:(1)能量耗竭;(2)代谢产物堆积;(3)离子代谢紊乱;(4)氧自由基脂质过氧化;(5)内分泌调节机能下降;(6)保护性抑制。上述理论机制单一,均不能完全解释疲劳发生的机制。疲劳中存在多种“防御系统”的紊乱,包括免疫、神经内分泌和其他系统,难以用客观指标衡量。近年认为神经-内分泌-免疫三大自稳系统的综合作用在疲劳的发生中起重要作用,它们可能从整体、细胞、分子的不同水平参与调解机体的疲劳状态。

军事作业所致的睡眠障碍研究显示,睡眠剥夺情况下能量消耗增加,大脑对葡萄糖摄取和利用发生障碍,蛋白质和脂肪代谢紊乱,儿茶酚胺、血糖、血氧含量降低,循环和呼吸系统的功能贮备下降,免疫功能减退、神经对外周控制机能减弱^[3]。

Meeusen等^[5]研究发现中枢儿茶酚胺在疲劳发生中起重要作用,认为疲劳是中枢和周围神经系统多种因素共同作用的结果,超长或过量的训练使适应力下降,出现疲劳。Budgett等^[6]研究认为运动员疲劳时5-羟色胺受体敏感性升高,在中枢性疲劳中起重要作用。Cleare等^[7]研究了垂体-肾上腺轴的变化,发现疲劳者和健康对照人群的基础促肾上腺皮质激素水平及对促肾上腺皮质激素释放激素(corticotropin releasing hormone, CRH)刺激反应无显著差异,而疲劳组皮质醇水平显著上升,但对CRH刺激的反应降低,24h尿游离皮质醇水平也显著低于对照组,用小剂量氢化可的松替代4周后,症状有所改善,提示疲劳状态时肾上腺皮质功能降低,糖皮质激素替代可以改善上述异常。机体内重要的雄性激素睾酮是促进运动后体能恢复,和蛋白质合成的主要激素,能增强运动员的运动能力,而运动训练亦能明显影响血中睾酮的水平^[8]。学者们普遍认为,合理的运动训练可使血睾酮水平升高,提高机体机能水平,而长时间采用大运动量训练,易使运动员处于过度紧张疲劳,反而使睾酮水平下降。Tremblay等^[9]发现低负荷、长时间运动是使睾酮水平升高的有效刺激。Hackney等^[10]研究认为,耐力训练者血清睾酮的下降与下丘脑-垂体-睾丸轴改变有关。Nindl等^[11]报道大强度耐力训练后男子睾酮水平下降是垂体分泌促黄体生成激素减少引起的。尤同建等^[12]证实大运动量训练使大鼠Leydig细胞上的促黄体生成激素受体亲和力下降。Keizer等^[13]提出,长时间衰竭性训练,机体持续应激,下丘脑-垂体-肾上腺轴和下丘脑-垂体-睾丸轴的激活和抑制交替出现,最后可出现功能衰竭。以上提示长时间大运动量训练可使血清睾酮水平下降,其原因与下丘脑-垂体-性腺轴的调节有关。

长时间、高强度运动可引起骨骼肌、心肌细胞和淋巴细胞凋亡;免疫细胞的凋亡可引起机体免疫机能下降,导致抵抗力和代谢功能紊乱,影响运动功能,参与运动性疲劳。细胞凋亡和运动疲劳的发生机制具有相似性,现在一般认为细胞凋亡比例增加是引起疲劳的主要原因^[14]。Clancy等^[15]发现疲劳运动员CD4+T淋巴细胞分泌干扰素显著降低。国内高艳红等^[16]对舰艇官兵进行调查发现,导致疲劳的高度紧张、作业环境和噪声等因素使官兵CD3+T, CD3+CD8+淋巴细胞减少,免疫力减弱,推测是通过下丘脑-垂体-肾上腺轴以及交感神经-肾上腺髓质轴的传导,并经免疫系统T淋巴细胞上的CD3受体

和B淋巴细胞上的CD19受体介导,但并未进一步实验证实。

疲劳是多因素作用的结果,其作用点包括中枢及外周,涉及神经-内分泌和免疫系统,但疲劳尤其是军事作业性疲劳的特点,以及垂体-靶器官及免疫系统在其中作用的详细机制尚不十分清楚。

3 军事作业性疲劳的防治对策

军事作业活动中,疲劳是机体储备机能的刺激因素,是决定适宜的训练负荷界限和能否完成任务与否的关键因素,也是保证有效地进行适应过程和成功执行任务,以及预防过度疲劳的因素。常见的疲劳恢复方法有:加强锻炼,提高自身抗疲劳能力;保持营养及水分的供给;尽量保证充足的睡眠休息;抗疲劳药物的应用;吸氧、按摩、针灸、热水浴、耳穴按压等疗法。

心理疲劳的恢复:目前运动性心理疲劳的消除方法主要是认知行为干预,指从认知、心理意向和思维方式的角度,帮助人体克服情绪障碍和行为问题的心理干预模式,包括目标确定、放松、自我暗示、表象和注意技巧等。具体表现为:放松训练和表象训练,减轻人体的焦虑程度及消除焦虑;认知重建,弄清情感、行为、认知三者之间的关系,监测不合理的思想,通过用合理的事实取代不合理思想的过程,培养人的正确认知行为;应对技巧训练,让人不断想象事情的结果,以及如何应付,最终学会心理调节。

在对疲劳干预的研究中,Clancy等^[15]给干扰素分泌能力显著降低的疲劳运动员补充嗜酸乳杆菌(2×10^{10} 菌/d),1个月后干扰素水平明显上升,恢复至健康对照水平。也有应用糖皮质激素和咖啡因^[17]等中枢兴奋剂的报道,但因副作用多,限制了应用。国内研究应用中药取得一定效果^[18]。近年微量营养元素的下降与疲劳的关系受到很多学者关注, Fe^{2+} 作为血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素的成分参与体内氧的运送和呼吸过程,强负荷训练后经汗液和肾等排出 Fe^{2+} 增多,出现血清 Fe^{2+} 缺乏;严重缺 Fe^{2+} 会引起脑组织中单氨氧化酶活性降低,以至5-羟色胺代谢紊乱,进一步导致神经递质蓄积,运动能力降低^[19]。 Zn^{2+} 是碳酸酐酶、乳酸脱氢酶以及胰岛素等参与能量代谢的重要酶和激素的激活剂, Zn 缺乏直接影响运动能力; Zn^{2+} 在细胞复制及组织修复、中枢神经系统活动、免疫系统发育和维持宿主防御中也起重要作用^[20]。高强度军事训练可引起体内微量

元素发生变化,尤其表现为 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 的缺乏,在高强度军事训练期间,补充 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 和 Mg^{2+} 等微量元素,可促进疲劳恢复^[21]。

4 小 结

军事作业性疲劳是军人在战斗环境或训练过程中的不可避免的重要问题,影响到部队战斗力,其临床表现的多样性、复杂性和非特异性提示其病因可能是多方面的,因此,需要全面分析,深入观察其发生的生理、心理和社会学规律,探索其发生机理,找到合适的干预窗口时间,开发对抗军事作业性疲劳的干预药物或措施以祛除疲劳。进一步进行深入研究,尤其是近来对神经-内分泌-免疫学机制,及心理应激机制的重点研究,将会为军事作业性疲劳的预防提供更多的科学依据。

【参考文献】

- [1] Booth CK, Probert B, Forbes-Ewan C, *et al.* Australian army recruits in training display symptoms of overtraining[J]. *Mil Med*, 2006, 171(11): 1059-1064.
- [2] Tharion WJ, Lieberman HR, Montain SJ, *et al.* Energy requirements of military personnel[J]. *Appetite*, 2005, 44(1): 47-65.
- [3] Caldwell JL, Gilreath SR. Work and sleep hours of U.S. Army aviation personnel working reverse cycle[J]. *Med*, 2001, 166(2): 159-166.
- [4] 张理义. 战争性心理应激的防治[J]. *解放军健康*, 2001, 15(2): 8-9.
- [5] Meeusen R, Watson P, Hasegawa H, *et al.* Brain neurotransmitters in fatigue and overtraining[J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2007, 32(5): 857-864.
- [6] Budgett R, Hiscock N, Arida R, *et al.* The effects of the 5-HT_{2C} agonist m-chlorophenylpiperazine on elite athletes with unexplained underperformance syndrome (overtraining)[J]. *Br J Sports Med*, 2010, 44(4): 280-283.
- [7] Cleare AJ, Miell J, Heap E, *et al.* Hypothalamo-pituitary-adrenal axis dysfunction in chronic fatigue syndrome, and the effects of low-dose hydrocortisone therapy[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2001, 86(8): 3545-3554.
- [8] 齐莉, 薄海, 向晓辉, 等. 军事训练过程对武警部队学员性激素水平的影响[J]. *武警医学院学报*, 2008, 17(8): 653-657.
- [9] Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men[J]. *J Appl Physiol*, 2004, 96(2): 531-539.
- [10] Hackney AC, Szczepanowska E, Viru AM. Basal testicular testosterone production in endurance-trained men is suppressed[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2003, 89(2): 198-201.

- [11] Nindl BC, Kraemer WJ, Deaver DR, *et al.* LH secretion and testosterone concentrations are blunted after resistance exercise in men[J]. J Appl Physiol, 2001, 91(3): 1251-1258.
- [12] 尤同建, 谢敏豪, 方子龙, 等. 运动训练对雄性大鼠垂体-性腺轴功能的影响[J]. 中国运动医学杂志, 1997, 16(4): 252-256.
- [13] Keizer H, Janseen GM, Menheere P, *et al.* Changes in basal plasma testosterone, cortisol, and dehydroepiandrosterone sulfate in previously untrained males and females preparing for a marathon[J]. Int J Sports Med, 1989, 10(Suppl 3): S139-S145.
- [14] 陈伟, 张传新. 细胞凋亡与运动性疲劳关系的研究[J]. 安徽体育科技, 2008, 29(4): 63-65.
- [15] Clancy RL, Gleeson M, Cox A, *et al.* Reversal in fatigued athletes of a defect in interferon gamma secretion after administration of *Lactobacillus acidophilus*[J]. Br J Sports Med, 2006, 40(4): 351-354.
- [16] 高艳红, 于青琳, 田亚平, 等. 不同因素对舰艇官兵细胞免疫功能的影响[J]. 解放军医学杂志, 2008, 33(2): 226-228.
- [17] Lohi JJ, Huttunen KH, Lahtinen TM, *et al.* Effect of caffeine on simulator flight performance in sleep-deprived military pilot students[J]. Mil Med, 2007, 172(9): 982-987.
- [18] 王乐. 中药如何消除运动性疲劳[J]. 体育世界, 2010, 39(3): 58-59.
- [19] 党京丹. 微量元素镁缺乏的临床意义[J]. 医学综述, 2006, 12(19): 1181-1183.
- [20] Diaz Romero C, Henriquez Sanchez P, Lopez Blanca F, *et al.* Serum copper and zinc concentrations in a representative sample of the Canarian population[J]. J Trace Elem Med Biol, 2002, 16(2): 75-81.
- [21] 郑虹, 徐昕明, 薛慎伍, 等. 高强度军事训练对人体微量元素水平的影响[J]. 实用医药杂志, 2007, 24(12): 1497-1499.
- (编辑: 周宇红)

· 消 息 ·

欢迎订阅《中华老年心脑血管病杂志》

《中华老年心脑血管病杂志》是由解放军总医院主管、主办的医学专业学术期刊。1999 年 12 月创刊, 2000 年纳入国家科技统计源期刊。2004 年 4 月被确定为中国医药卫生核心期刊, 同年 10 月获全军期刊优秀学术质量奖。主要报道老年心脏疾病、脑部疾病、血管系统疾病的临床诊断及治疗等相关内容, 包括临床研究、基础研究、影像学、遗传学、流行病学、临床生化检验与药物、手术和介入治疗以及有关预防、康复等。主要栏目有指南与共识、专家论坛、述评、临床研究、基础研究、循证医学荟萃、继续教育园地、综述、病例报告、短篇报道、经验交流、读者·作者·编者等, 是一本具有可读性和指导性的杂志。本刊为月刊, 大 16 开本, 96 页, 铜版纸印刷, 每期订价 15.00 元, 全年 180.00 元。邮发代号: 2-379, 国内统一刊号: CN 11-4468/R, 国际标准刊号: ISSN 1009-0126。欲订本刊的单位及读者请到各地邮局办理订购手续或直接汇款至本刊编辑部。

地址: 100853 北京市复兴路 28 号《中华老年心脑血管病杂志》编辑部

电话: 010-66936463

E-mail: zhlnxnsg@sina.com.cn

网址: <http://www.zhlnxnsg.com.cn>