

· 综述 ·

开放获取

军事训练伤的风险因素与干预方法的现状

陈丁鹏^{1,2}, 杨迪^{1,2}, 李琳^{1,2}, 李春宝^{1,2*}

(1. 解放军总医院第四医学中心骨科医学部, 北京 100853; 2. 全军军事训练伤防治与研究中心, 北京 100037)

摘要: 由于军事训练强度高、训练科目复杂, 损伤风险相对较高, 导致军事训练伤长期处于高发状态, 成为非战斗损伤的重要原因, 给士兵日常生活造成巨大影响。为了探究风险因素及预防建议对军事训练伤防治的影响, 依据以往研究成果, 筛选出性别、年龄、BMI、吸烟、营养、平衡性、灵活性、心理、力量、过度训练、睡眠、药物、关节活动度等 13 个主要风险因素, 梳理出当前军事训练伤风险因素及预防建议研究现状, 系统阐述在军事训练中实施相应预防措施, 可以显著减少军事训练中的损伤风险, 提高训练安全性和效果, 为今后部队军事训练伤防治研究提供参考。

关键词: 军事训练伤, 风险因素, 干预方法

中图分类号: R683 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 12-1112-06

Risk factors and intervention methods for military training injuries // CHEN Ding-peng^{1,2}, YANG Di^{1,2}, LI Lin^{1,2}, LI Chun-bao^{1,2}.
1. Department of Orthopedic Medicine, The Fourth Medical Center, PLA General Hospital, Beijing 100853, China; 2. Military Training Injury Prevention and Research Center, Beijing 100037, China

Abstract: Due to the high intensity of military training, the complexity of training courses and the relatively high risk of injury, military training injuries have been in a state of high incidence for a long time, and have become an important cause of non-combat injuries, which have a huge impact on soldiers' daily life. In order to explore the impact of risk factors and preventive recommendations on the prevention and treatment of military training injuries, 13 major risk factors including gender, age, BMI, smoking, nutrition, balance, flexibility, psychology, strength, overtraining, sleep, drugs, and joint motion were screened out according to previous research results, and the current research status of risk factors and preventive recommendations for military training injuries was sorted out. This paper systematically expounds the implementation of corresponding preventive measures in military training, which can significantly reduce the risk of injury in military training, improve the safety and effect of training, and provide reference for the future research on the prevention and treatment of military training injuries.

Key words: military training injury, risk factors, intervention method

军事训练是提高部队战斗力的根本途径, 而军事训练伤是造成非战斗损伤的重要原因。军事训练伤(以下简称“训练伤”)是官兵不可忽视的问题, 在很大程度上影响部队战备状态, 是导致士兵就诊的主要原因^[1]。一项调研显示英军年度训练伤发生率约为 60%^[2], 美军也高达 61.1%^[3]。训练伤可能会导致训练时间缩短, 以致身体素质和特定技能训练降低, 这可能导致士兵需重新训练, 甚至因受伤严重而退伍。这对士兵自身而言个人代价高, 对军队来说也是严重负担。作者回顾各国训练伤风险因素研究进展, 总结训练伤预防相关建议, 并强调训练伤防治体系化方案的重要性, 为后期开展训练伤防治提供参考。

1 研究方法

本文以“军事训练伤”、“运动损伤”、“训练损伤”和“风险因素”、“预防建议”、“预防策略”为主题词, 对 4 个外文数据库 (BIOSIS, Embase, PubMed, Web of science) 和 3 个中文文献数据库 (知网、万方、维普) 进行文献检索。将检索到的文献按照摘要内容进行初步筛选, 然后对可下载文献进行二次筛选, 其次根据中国、美国、澳大利亚等国家关于军事训练伤的危险因素有相关研究, 梳理包含出性别因素、年龄因素、BMI 因素等 24 个风险因素, 结合文

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.11027A

作者简介: 陈丁鹏, 硕士, 研究方向: 军事训练伤防治, (电子信箱) 1126992482@qq.com

* 通信作者: 李春宝, (电子信箱) cli301@foxmail.com

献证据等级及风险因素研究成熟度, 筛选出 13 个主要风险因素, 包括: 性别因素、年龄因素、BMI 因素、吸烟因素、营养因素、平衡性因素、灵活性因素、心理因素、力量因素、过度训练因素、睡眠因素、药物因素、关节活动度因素、安全意识因素、组织管理因素、准备活动因素、技术指导因素、环境因素、气候因素、场地因素、器材因素、服装因素、密闭空间因素、恢复放松因素。现分述如下。

2 风险因素

2.1 性别因素

性别差异一直被认为是运动/训练损伤的危险因素, 普遍认为女性受伤风险更高。有研究曾提出某些训练伤在性别方面呈现易发性, 如应力骨折、踝扭伤、韧带拉伤等女性发病率高于男性, 而前交叉韧带损伤和半月板损伤发病率却低于男性^[4]。最近研究表明, 在高强度运动中, 男运动员的髌部、大腿和足部的受伤率高于女运动员, 而女性因体能及上肢力量较弱, 其肌骨损伤风险显著高于男性^[5, 6]。总体而言, 性别不应被视为一般损伤风险因素, 而应与特定运动相结合。因此, 在进行不同训练科目及人员选拔时, 应根据性别差异及生理结构特点, 合理制定针对性的训练方法。

2.2 年龄因素

急性创伤性关节损伤和骨折常见于年轻军人^[7], 其风险随年龄的增长而降低。长期累积伤如跟腱炎、外上髁炎、膝关节等疾病的风险在年轻人中最低, 在控制其他可能混淆的因素后, 得出急性损伤风险与年龄增长正相关结论^[8], 并且此年龄段多为新兵及义务兵, 以肌肉骨骼损伤为主^[9, 10]。由此可见, 军人发生损伤分为两个阶段, 30 岁以下的年轻军人以关节损伤及骨折多见, 而 30 岁以上者则多以慢性劳损性为主。因此在训练时根据不同年龄阶段的军人采取分层实训, 加之训练前开展训练伤防治知识专题教育活动, 提高官兵训练伤防治意识, 教授防伤技巧, 或许对训练伤防治具有重要意义。

2.3 体重指数因素

研究发现在新兵训练期间, 体重指数 (body mass index, BMI) 超重的新兵, 肌肉骨骼训练伤发生率更高, 且 BMI 每增加 1 kg/m², 训练伤发生风险增加 1.247 倍^[1], 因此可以将 BMI 作为预测训练伤发生的风险因素^[1, 11]。针对 BMI 风险因素在军事训练伤中预防措施, 有学者提出进行有氧和抗阻训练, 尤其

是对前期未经训练的女性, 至少进行 6 个月的分期综合抗阻/耐力训练^[12]。因此, 对于高 BMI 的新兵, 应该采取科学组训的方式, 进行针对性干预训练: 在训练方式上, 采用低容量、高强度间歇训练以改善有氧素质, 在综合训练计划中纳入 3~8 次重复的最大抗阻训练^[13]; 在训练安排上, 需设置与自身健康状况相适应目标, 通过逐步增加频率、强度和持续时间, 减少训练伤发生。

2.4 吸烟因素

吸烟在现役军人中很常见, 但会提升新兵训练伤风险, 对骨骼和肌肉能产生中长期影响^[14], 从而导致训练伤的发生。在吸烟者中, 较强的有氧能力和肌肉力量并不能防止运动损伤发生, 但对于不吸烟者, 却能起到很好的保护作用^[15]。有数据表明, 吸烟人群在截肢后 3 个月内发生肌肉骨骼损伤的概率是非吸烟人群的 2 倍, 且愈合时间延长^[16]。这可能与吸烟导致细胞缺氧、小动脉血管收缩和血管重建术延迟, 引起组织愈合不良相关^[17]。因此, 对于军人来说, 或许减少吸烟甚至禁止吸烟可以有效降低训练伤发生风险, 提高有氧耐力及运动能力水平, 从而提高训练成绩。

2.5 营养因素

合理的营养调配可以增强运动表现和运动后的恢复, 当营养摄入不足时, 运动能力会下降。一些营养物质的缺乏会通过降低机体耐力和/或肌肉功能, 导致训练伤发生^[18, 19]。当训练消耗量长期高于蛋白质补给量, 机体会出现负氮平衡, 从而引发如运动性中枢疲劳等疾病; 碳水化合物摄入不足会引起肌肉乏力, 脂类摄入不足, 蛋白质和碳水化合物会过度消耗, 导致战士日益消瘦, 严重时失去战斗力^[20]。因此, 合理的营养支持是缓解疲劳, 延长训练时间, 缩短训后恢复时间的重要保证, 也是提高参训官兵身体免疫力, 减少训练伤, 提高作战能力的重要条件。所以, 在后续开展训练伤防治研究时, 根据每日训练量及身体消耗量科学制定军人饮食, 或许能有效降低训练伤发生风险, 并为军人健康、体能及作战能力提升夯实基础。

2.6 力量 (耐力) 不足

在军事行动中, 力量和耐力是现代体能训练和练兵备战的重要部分, 力量不足 (包括耐力) 最易致肌肉骨骼损伤^[21], 其风险因素为肌肉无力、生物力学功能障碍、超负荷和体能弱等^[22]。力量可以通过肌肉强化训练刺激神经提高, 早期的适当训练可以激活肌肉^[23], 但持续过度训练会导致肌肉力量和耐力的

下降^[24]。标准化军事基础训练对新兵的体能、身体成分及军事训练表现有积极影响^[25]，这可能与身体适应性相关。但在后续训练阶段，适应性训练可能不是最佳的，过度训练反而增加损伤风险。所以，在新训前和新训中进行提前体能训练干预，重视肌肉强化训练，有助于在运动过程中保持身体机能稳定性，提高训练合理性及训练成绩，降低训练伤发生率。

2.7 平衡性因素

动态姿势、本体觉及核心稳定练习通常与改善运动员表现和/或降低受伤发生率有关^[26]。人体测量、动态姿势、本体觉和踝关节不稳等参数与训练前后损伤相关性研究表明，59.4%的士兵在课程开始前受伤，24.2%的士兵在训练期间/训练后受伤^[27]。另有研究发现，在训练计划中增加动态姿势和核心肌力等特定练习，有助于提高神经肌肉调控和核心稳定性^[28]，通过提高身体平衡性、肌肉力量，达到防治训练伤目的，而过度训练及机体发生损伤后这一能力会随之下降。因此，建议将核心肌力及平衡训练作为对策纳入体能训练方案中，预防肌肉骨骼损伤，提升训练效能，降低官兵训练伤的发生率。

2.8 灵活性因素

身体的灵活性（柔韧性）可能会影响部队官兵的肌肉骨骼损伤发生率。研究表明，与灵活性一般的新兵相比，灵活性好的新兵发生损伤可能性更低，而灵活性差的新兵损伤可能性更高^[29, 30]，证实了灵活性与肌肉骨骼损伤风险呈正相关^[31]。踝关节灵活性差是跟腱损伤的主要危险因素，当拉伸时，柔韧性较差更容易发生损伤^[32]。大多学者认为，这是由于热身活动不到位、关节韧带未充分展开所致。因此若在训练前加入专门热身运动，在训练后增加肌肉放松项目，或许可以作为降低训练伤风险的有效措施。如此，未来在灵活性方面的研究，可瞄准于如何针对训练科目研究制定专项热身项目，通过打开关节肌肉紧张度，从而使官兵可以更好地训前热身、训后恢复，防止训练伤发生。

2.9 心理压力

心理压力是由于既往有受伤史造成的心理畏惧而导致运动能力下降的一种状态。在压力-运动损伤-健康心理模型中，发现了心理压力和运动损伤之间呈正相关，一些曾发生过高强度训练损伤的运动员，二次损伤风险更大^[33, 34]。具体而言，心理生理压力源影响自主神经，进而阻碍机体恢复机制启动，长时间处于低刺激，使得他们发生受伤的概率更高^[35]。另外，个人压力源是造成运动员损伤原因之一^[36]，他

们意识到损伤意味着缺席训练、自我效能感低，忽视在训练过程中身体“警示”及损伤提示^[37]，最终导致损伤发生。因此，针对自我效能感低、训练伤发生率高新兵，鼓励教练/训练员和心理学家从提升心理动机角度，共同制定训练负荷的自我评价、训练主观量表等，并制定提早干预方案，预防训练伤发生。

2.10 过度训练

过度训练会带来疲劳累积、运动水平下降、高受伤率，甚至引发过度训练综合征，尤其在新兵训练期间，因过度训练所致的下肢损伤约占80%^[38]。研究表明，跑步公里数与肌肉骨骼损伤的发生率呈正相关^[39, 40]，尤其在运动阈值以上，受伤风险显著提高^[40]。不少学者提出，间歇训练是降低过度训练损伤的最佳方法之一。与长跑、耐力跑、慢跑相比，无论就运动表现还是运动能力而言，间歇训练在总公里数较少的情况下，跑步速度、耐力、体能方面显著提升^[41]。由此可见，当运动负荷超过阈值时，增加运动时间和频率，不仅不能提高运动水平，反而更容易造成损伤。因此，在军事训练中，需制定渐进训练进度和训练强度，并加以合理恢复，使人体在新的水平上获得适应性。

2.11 睡眠不足

睡眠不足与多种疾病相关，对训练伤有显著影响，且训练伤同样会引起睡眠不足，导致骨骼肌肉、认知退化等身体节律紊乱^[42]。根据匹兹堡睡眠质量指数的衡量，在未训练的新兵中睡眠质量差的士兵为29%~38%，在训练期间高达35%，在训练后高达41%^[43]。一项睡眠剥夺试验表明，睡眠不足可能会损害感知-行动耦合系统，对军事训练期间的认知表现、运动警觉及注意力有负面影响，解除剥夺后恢复正常^[44]。如果想优化军人整体表现，应在可行情况下考虑更长的睡眠时间。此外，光、噪音、温度和空气污染等同样会对睡眠产生负面影响，通过研究制定简单可行的方法减少由光和噪音引起的睡眠中断，可以提升作战人员的健康状况和训练效能，从而提高作战人员的战备状态和战斗力。

2.12 药物滥用

对于士兵来说，保持最佳的身体状态和战斗能力至关重要。药物滥用会导致肌肉骨骼损伤，表现在服用过非甾体抗炎药的士兵中肌肉骨骼损伤的患病率更高^[45]。阿片类药物一直用于疼痛缓解，然而，这种短期或长期的阿片类药物滥用会导致患者成瘾。研究表明，滥用阿片类药物的人比普通人发生损伤率更高^[46]。鉴于阿片类药物成瘾和死亡率增加，普遍需

要可行的解决方案。成功的干预措施应在军队、退伍军人和平民医疗保健和公共卫生社区之间广泛共享。这些团体之间加强合作可以灌输成功的计划来预防和减少阿片类药物的使用。未来对该主题的分析应侧重于非甾体抗炎药使用的时间、肌肉骨骼损伤诊断前军事训练的阶段，以及肌肉骨骼损伤的类型和严重程度。

2.13 关节活动过度

关节活动过度是由于关节囊、肌腱和/或韧带的张力降低而导致超关节活动。近年来科学研究表明，Beighton评分是最好的一种方法，当成人评分 ≥ 5 和儿童评分 ≥ 6 时，表示身体处于“过度运动”状态。越来越多的证据表明，关节活动过度会增加韧带损伤风险，术后效果较差^[47]，急性踝关节扭伤的复发性也非常高，一旦脚踝扭伤，同一脚踝再次损伤风险非常高，这与长期的踝关节不稳定、关节活动过度有直接关联^[48]。军人是踝关节扭伤的高危人群，踝关节活动过度导致关节外侧扭伤的概率增加。因此，在运动、跳伞等过程中，因关节受力不均或需突然改变方向时，关节极易发生损伤，因此可以通过佩戴限制关节内翻和外翻的支具或者护具，最大化减少关节活动范围，从而避免关节损伤。

3 启示

本文对部队中最常见的13个训练风险因素进行了全面概述，发现训练伤主要与训练负荷相关，为了全方面防控训练伤，综合我军实际情况，对我军日后开展军事训练伤防治工作有以下三点建议。

3.1 强化“医体结合、关口前移”

实践证明，训练伤发生前的预防与损伤后的治疗和康复同等重要。按照训练伤发生规律，其防治策略应首先强调预防工作，这需要医学防护与体育训练紧密结合。因此，军事训练伤防治应当从医体结合入手，加强与军事体育训练机构和地方体育院校合作，同时与训练管理部门合作，将医体结合、科学防伤的内容纳入到《军事训练大纲》中，充分融合体能训练、运动医学和康复医学的新理念、新技术，针对训前评估、训中指导、训后恢复，形成系统训练防伤方案，同步提升训练成绩和防伤效果，实现部队训练伤防治的整体转变。

3.2 重视“科学施训、肌肉强护”

大部分训练伤的发生与肌肉力量弱化密切相关，在长期的军事训练中影响更显著^[21]，因此如何科学

训练并维护、增强肌肉力量尤为重要。在科学施训方面，重点关注对部队官兵的身体情况、能力素质和岗位需求，制定分组训练、补差训练、精细训练计划，以便更好地满足官兵的训练要求，提高训练成绩。尤其注重肌肉强护，在不影响训练任务、训练内容、受训者实际情况下，适度加大针对性肌肉力量训练，尽可能使身体四肢和躯干的各个部分肌肉协调，从而提高机体能力并取得理想训练效果。在训练中康复方面，改变以往“零”运动量的康复观念，强调在康复过程中逐步增加肌肉训练量，以促进身体机能状态维持和肌肉功能维护。

3.3 加强“人才培养、源头控制”

当前，部分部队基层单位训练方式简单粗放、过度训练、热身放松缺乏等情况比较普遍，主要原因是军体训练骨干缺少专业化的训练伤防治知识，因此，亟需加快建立高素质、专业化新型训练伤防治“精优”人才培养，创建系统、规范、科学、先进的全军军事训练伤防治培训体系。因此笔者建议可在军队院校开展院校训练伤防治教育体系建设，建立训练伤防治教研室，组建训练伤防治师资队伍，编写标准化教材并开设军事训练伤防治课程，使部队未来训练骨干掌握训练伤风险因素和科学防治方法，切实提高他们科学组训、有效防伤的能力，从源头上减少和避免训练伤的发生。

参考文献

- [1] Molloy JM, Pendergrass TL, Lee IE, et al. Musculoskeletal injuries and United States Army Readiness Part I: overview of injuries and their strategic impact [J]. *Mil Med*, 2020, 185 (9-10): e1461-e1471. DOI: 10.1093/milmed/usaa027.
- [2] Powell SD, Siddall AG, Needham-Beck SC, et al. Association between external training loads and injury incidence during 44 weeks of military training [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2023, 33 (7): 1211-1220. DOI: 10.1111/sms.14340.
- [3] Hauschild VD, Lee T, Barnes S, et al. The etiology of injuries in US army initial entry training [J]. *US Army Med Dep J*, 2018, (2-18): 22-29.
- [4] Orchard JW, Inge P, Sims K, et al. Comparison of injury profiles between elite Australian male and female cricket players [J]. *J Sci Med Sport*, 2023, 26 (1): 19-24. DOI: 10.1016/j.jsams.2022.12.002.
- [5] Zech A, Hollander K, Junge A, et al. Sex differences in injury rates in team-sport athletes: A systematic review and meta-regression analysis [J]. *J Sport Health Sci*, 2022, 11 (1): 104-114. DOI: 10.1016/j.jshs.2021.04.003.
- [6] Wardle SL, O'Leary TJ, Jackson S, et al. Effect of sex and combat employment on musculoskeletal injuries and medical downgrading

- in trained military personnel: an observational cohort study [J]. *BMJ Mil Health*, 2023, 169 (1) : 62–68. DOI: 10.1136/military-2022-002284.
- [7] Sandler AB, Hoyt BW, Klahs KJ, et al. Epidemiology and long-term outcomes of wrist sprains in military academy cadets [J]. *Am J Sports Med*, 2021, 49 (8) : 2085–2089. DOI: 10.1177/03635465211013551.
- [8] Chia L, De Oliveira Silva D, Whalan M, et al. Non-contact anterior cruciate ligament injury epidemiology in team-ball sports: a systematic review with meta-analysis by sex, age, sport, participation level, and exposure type [J]. *Sports Med*, 2022, 52 (10) : 2447–2467. DOI: 10.1007/s40279-022-01697-w.
- [9] 张佳, 李春宝, 黄鹏, 等. 外军新兵骨骼肌肉系统军事训练伤研究启示 [J]. *解放军医学院学报*, 2020, 41 (9) : 934–938. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2020.09.020.
- Zhang J, Li CB, Huang P, et al. Musculoskeletal injuries in foreign army recruits: literature review and consideration of prevention [J]. *Academic Journal of Chinese PLA Medical School*, 2020, 41 (9) : 934–938. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2020.09.020.
- [10] Grier T, Dinkeloo E, Reynolds M, et al. Sleep duration and musculoskeletal injury incidence in physically active men and women: A study of U.S. Army Special Operation Forces soldiers [J]. *Sleep Health*, 2020, 6 (3) : 344–349. DOI: 10.1016/j.sleh.2020.01.004.
- [11] Hearn DW, Kerr ZY, Wikstrom EA, et al. Modeling risk for lower extremity musculoskeletal injury in U.S. Military Academy Cadet Basic Training [J]. *Mil Med*, 2024, 30: usae083. DOI: 10.1093/milmed/usae083.
- [12] Hearn DW, Kerr ZY, Wikstrom EA, et al. Lower extremity musculoskeletal injury in US Military Academy Cadet Basic Training: a survival analysis evaluating sex, history of injury, and body mass index [J]. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9 (10) : 23259671211039841. DOI: 10.1177/23259671211039841.
- [13] 陈增辉, 陈志华, 袁春森, 等. 400 米障碍军事训练伤与核心力量训练时间的关系及影响因素分析 [J]. *解放军医学院学报*, 2020, 41 (7) : 708–711. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2020.07.013.
- Chen ZH, Chen ZH, Yuan CS, et al. Relationship between training injury and core strength training in military 400-meter obstacle course and its influencing factors [J]. *Academic Journal of Chinese PLA Medical School*, 2020, 41 (7) : 708–711. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2020.07.013.
- [14] Hall N, Constantinou M, Brown M, et al. Profiles of recruits entering army basic training in New Zealand [J]. *Mil Med*, 2022, 188 (7–8) : 1895–1902. DOI: 10.1093/milmed/usac090.
- [15] Chui Z, Leightley D, Jones M, et al. Mental health problems and admissions to hospital for accidents and injuries in the UK military: A data linkage study [J]. *PLoS One*, 2023, 18 (1) : e0280938. DOI: 10.1371/journal.pone.0280938.
- [16] Yepson H, Mazzone B, Eskridge S, et al. The Influence of tobacco use, alcohol consumption, and weight gain on development of secondary musculoskeletal injury after lower limb amputation [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2020, 101 (10) : 1704–1710. DOI: 10.1016/j.apmr.2020.04.022.
- [17] Brooks RD, Grier T, Dada EO, et al. The combined effect of cigarette smoking and fitness on injury risk in men and women [J]. *Nicotine Tob Res*, 2019, 21 (12) : 1621–1628. DOI: 10.1093/ntr/nty155.
- [18] Lee EC, Fragala MS, Kavouras SA, et al. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes [J]. *J Strength Cond Res*, 2017, 31 (10) : 2920–2937. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002122.
- [19] Greeves JP, Beck B, Nindl BC, et al. Current risks factors and emerging biomarkers for bone stress injuries in military personnel [J]. *J Sci Med Sport*, 2023, 26 (Suppl 1) : S14–S21. DOI: 10.1016/j.jsams.2023.04.006.
- [20] Molloy JM, Pendergrass TL, Lee IE, et al. Musculoskeletal Injuries and United States Army Readiness. Part II: management challenges and risk mitigation initiatives [J]. *Mil Med*, 2020, 185 (9–10) : e1472–e1480. DOI: 10.1093/milmed/usaa028.
- [21] Drain JR, DeBenedictis T, Bulmer S, et al. Comparison of military recruit and incumbent physical characteristics and performance: potential implications for through-career individual readiness and occupational performance [J]. *J Strength Cond Res*, 2022, 36 (9) : 2536–2543. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003846.
- [22] Spiering BA, Clark BC, Schoenfeld BJ, et al. Maximizing strength: the stimuli and mediators of strength gains and their application to training and rehabilitation [J]. *J Strength Cond Res*, 2023, 37 (4) : 919–929. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004390.
- [23] 张佳, 李春宝, 刘玉杰. 臀肌激活与运动性损伤 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (5) : 436–440. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.05.11.
- Zhang J, Li CB, Liu YJ. Activation of gluteal muscle and sports injuries of lower extremity [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (5) : 436–440. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.05.11.
- [24] Grier T, Brooks RD, Solomon Z, et al. Injury risk factors associated with weight training [J]. *J Strength Cond Res*, 2022, 36 (2) : e24–e30. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003791.
- [25] Svorai Band S, Pantanowitz M, Funk S, et al. Factors associated with musculoskeletal injuries in an infantry commanders course [J]. *Phys Sportsmed*, 2021, 9 (1) : 81–91. DOI: 10.1080/00913847.2020.1780098.
- [26] Brancalone MP, Talarico MK, Boucher LC, et al. Hearing status and static postural control of collegiate athletes [J]. *J Athl Train*, 2023, 58 (5) : 452–457. DOI: 10.4085/1062-6050-0262.22.
- [27] Crowell MS, Thomasma E, Florkiewicz E, et al. Validity and responsiveness of a modified balance error scoring system assessment using a mobile device application in patients recovering from ankle sprain [J]. *Int J Sports Phys Ther*, 2024, 19 (4) : 440–450. DOI: 10.26603/001c.94608.
- [28] 赵殿钊, 张鸿悦, 章耀华, 等. 运动控制训练对髌撞击综合征的作用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (8) : 753–756. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.18.

- Zhao DZ, Zhang HY, Zhang YH, et al. Effect of motor control training on femoroacetabular impingement [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (8): 753–756. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.18.
- [29] D'Onofrio G, Kirschner J, Prather H, et al. Musculoskeletal exercise: Its role in promoting health and longevity [J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2023, 77: 25–36. DOI: 10.1016/j.pcad.2023.02.006.
- [30] Mohamed AA, Zhang X, Jan YK. Evidence-based and adverse-effects analyses of cupping therapy in musculoskeletal and sports rehabilitation: A systematic and evidence-based review [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2023, 36 (1): 3–19. DOI: 10.3233/BMR-210242.
- [31] Lu Y, Zhao Y, Wu J, et al. Mathematical simulation of damage detection for fighting athletes and equipment based on conjugated polymer development [J]. *Front Chem*, 2024, 11: 1286290. DOI: 10.3389/fchem.2023.1286290.
- [32] Leppänen M, Pasanen K, Kannus P, et al. Epidemiology of overuse injuries in youth team sports: a 3-year prospective study [J]. *Int J Sports Med*, 2017, 38 (11): 847–856. DOI: 10.1055/s-0043-114864.
- [33] Palermo AE, Butler JE, Boswell-Ruys CL. Comparison of two inspiratory muscle training protocols in people with spinal cord injury: a secondary analysis [J]. *Spinal Cord Ser Cases*, 2023, 9 (1): 42–50. DOI: 10.1038/s41394-023-00594-2.
- [34] Martin S, Johnson U, McCall A, et al. Psychological risk profile for overuse injuries in sport: An exploratory study [J]. *J Sports Sci*, 2021, 39 (17): 1926–1935. DOI: 10.1080/02640414.2021.1907904.
- [35] Li D, Xu X, Yin Y, et al. Physiological and Psychological Stress of Microwave Radiation-Induced Cardiac Injury in Rats [J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24 (7): 6237–6263. DOI: 10.3390/ijms24076237.
- [36] Rogers DL, Tanaka MJ, Cosgarea AJ, et al. How Mental Health Affects Injury Risk and Outcomes in Athletes [J]. *Sports Health*, 2024, 16 (2): 222–229. DOI: 10.1177/19417381231179678.
- [37] de la Motte SJ, Clifton DR, Gribbin TC, et al. Functional movement assessments are not associated with risk of injury during military basic training [J]. *Mil Med*, 2019, 184 (11–12): e773–e780. DOI: 10.1093/milmed/usz118.
- [38] Bell L, Ruddock A, Maden-Wilkinson T, et al. Overreaching and overtraining in strength sports and resistance training: A scoping review [J]. *J Sports Sci*, 2020, 38 (16): 1897–1912. DOI: 10.1080/02640414.2020.1763077.
- [39] Blagrove RC, Brown N, Howatson G, et al. Strength and conditioning habits of competitive distance runners [J]. *J Strength Cond Res*, 2020, 34 (5): 1392–1399. DOI: 10.1519/JSC.000000000000261.
- [40] Li F, Wang R, Newton RU, et al. Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners [J]. *PeerJ*, 2019, 7: e6787. DOI: 10.7717/peerj.6787.
- [41] Whittle RS. Distance travelled by military recruits during basic training is a significant risk factor for lower limb overuse injury [J]. *BMJ Mil Health*, 2022, 168 (5): 343–348. DOI: 10.1136/bmj-military-2020-001445.
- [42] 卫振邦, 张军, 孙金海, 等. 某海军陆战队部队军事训练伤相关因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (15): 1355–1358. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.15.03.
- Wei ZB, Zhang J, Sun JH, et al. Factors related to military training injury in a marine corps [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (15): 1355–1358. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.15.03.
- [43] Passi T, Lukander K, Laarni J, et al. Effects of overnight military training and acute battle stress on the cognitive performance of soldiers in simulated urban combat [J]. *Front Psychol*, 2022, 13: 925157. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.925157.
- [44] LaGoy AD, Sinnott AM, Eagle SR, et al. Combined effects of time-of-day and simulated military operational stress on perception-action coupling performance [J]. *Chronobiol Int*, 2022, 39 (11): 1485–1497. DOI: 10.1080/07420528.2022.2125405.
- [45] Lovalekar M, Hauret K, Roy T, et al. Musculoskeletal injuries in military personnel—Descriptive epidemiology, risk factor identification, and prevention [J]. *J Sci Med Sport*, 2021, 24 (10): 963–969. DOI: 10.1016/j.jsams.2021.03.016.
- [46] Córdoba-Grueso WS, Matthey-Mora PP, Chen C, et al. The association between exercise and prescription opioid misuse: A scoping review [J]. *Exp Clin Psychopharmacol*, 2024, 32 (2): 140–149. DOI: 10.1037/pha0000675.
- [47] Sundemo D, Senorski EH, Samuelsson K. Editorial Commentary: Diagnosis and treatment of generalized joint hypermobility in patients with anterior cruciate ligament injury [J]. *Arthroscopy*, 2021, 37 (7): 2348–2350. DOI: 10.1016/j.arthro.2021.03.052.
- [48] Alizadeh S, Daneshjoo A, Zahiri A, et al. Resistance training induces improvements in range of motion: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Sports Med*, 2023, 53 (3): 707–722. DOI: 10.1007/s40279-022-01804-x.

(收稿:2024-01-02 修回:2024-04-26)

(同行评议专家: 刘继春, 江辉, 陈济安)

(本文编辑: 宁桦)