DOI:10.16016/j.2097-0927.202205144

下肢军事训练伤特点分析

杨 森[1],杜诗宇[2],张 杰[3] 453000 河南 新乡,陆军第八十三集团军医院骨科[1];400042 重庆,陆军特色医学中心战伤救治勤务研究室[2];100091 北京,解放军总医院京北医疗区红山口门诊部[3]

[摘要] **目的** 分析陆军某部队官兵下肢军事训练伤的发生特点及规律。**方法** 利用某军队卫勤系统收集2010年1月至2019年12月陆军某部队符合下肢军事训练伤的伤残官兵数据资料。从伤员基本情况、损伤部位、损伤结构、损伤类型、伤残等级和损伤时间等方面对下肢训练伤发生特点进行流行病学调查。根据损伤类型不同,将下肢训练伤分为急性创伤性损伤和过劳性损伤,并从性别、年龄、岗位类型、损伤部位、损伤结构方面对两种损伤类型进行比较。**结果** 2010-2019年共发生下肢军事训练伤2 223例,其中男性2 191例(98.56%)。21~30岁年龄组发生率最高(55.15%),士兵是主要受伤群体(79.98%)。损伤部位前3位分别是膝关节(63.52%)、踝关节(18.13%)、小腿(7.42%)。损伤结构前3位分别是关节(45.16%)、韧带(36.39%)、骨骼(16.60%),其中半月板、前交叉韧带和股骨分别是关节、韧带和骨骼的主要损伤结构。从损伤类型看,急性创伤性损伤2 058例(92.58%),过劳性损伤165例(7.42%),急性创伤性损伤在膝关节、踝关节、韧带的发生率显著高于过劳性损伤,但在髋关节、足部、骨骼的发生率显著低于过劳性损伤($P<0.05$)。伤残等级集中在8~10级(98.46%),对应的伤残表现为轻度功能障碍。每年的3~5月与10~12月的下肢训练伤发生率较高,占比分别为27.85%和29.82%。**结论** 下肢训练伤中膝关节是最常见损伤部位,半月板和前交叉韧带是主要损伤结构,急性创伤性损伤是主要损伤类型,轻度功能障碍是主要伤残特点。春冬季节是下肢训练伤的高发期。

[关键词] 陆军;军事训练伤;下肢;关节

[中图法分类号] R821.33;R826.68;R873 [文献标志码] A

Analysis of characteristics of military training injuries in lower limbs

YANG Sen[1], DU Shiyu[2], ZHANG Jie[3] [1]Department of Orthopaedics, the 83rd Group Army Hospital of PLA, Xinxiang, Henan Province, 453000; [2]Department of Combat Medical Service, Army Medical Center of PLA, Chongqing, 400042; [3]Hongshankou Outpatient Department, Beijing North Medical District, PLA General Hospital, Beijing, 100091, China

[**Abstract**] **Objective** To analyze the characteristics and regularity of military training injuries in lower limbs in an army unit. **Methods** From January 2010 to December 2019, a military medical service system was used to collect the data of disabled officers and soldiers with military training injuries in lower limbs of an army unit. Epidemiology investigation was performed to analyze the features of military training injuries in lower limbs according to the basic information of the patients, the site of injury, the structure of injury, the type of injury, the degree of disability and the time regularity of injury. The military training injuries in lower limbs were classified as the acute traumatic injury and the overwork injury according to the types of injury, and the two types of injury were compared in terms of gender, age, position types, sites of injury and injury structures. **Results** A total of 2 223 cases of lower limbs training injuries were reported in 10 years, of

[通信作者] 张 杰,E-mail:zhjj608@sina.com

2097-0927/Copyright © 2022, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

which 2 191 cases (98.56%) were males. The highest incidence rate (55.15%) of the military training injuries in lower limbs appeared in the 21~30 age group. Soldiers were the main injured group (79.98%). Knee joints (63.52%), ankle joints (18.13%), and shanks (7.42%) were the top 3 injury sites. As to the injury structures, joints (45.16%), ligaments (36.39%) and bones (16.60%) ranked the first, second and third place. Meniscus, anterior cruciate ligament and femur were the main injured structures of joint, ligament and bone. Regarding injury types, 2 058 cases (92.58%) were classified as the acute traumatic injury and 165 cases (7.42%) were classified as the overwork injury. The incidence of acute traumatic injury in knee joint, ankle joint and ligament were significantly higher than that of the overwork injury, but the incidence of acute traumatic injury in hip joint, foot and bone were lower than that of the overwork injury ($P<0.05$). Most patients injured were classified in 8~10 degree of the disability grade (98.46%), with the mild dysfunction as the main symptoms. The military training injury in lower limbs tended to happen in the Spring (March to May) and the Winter(October to December), accounting for 27.85% and 29.82% respectively. **Conclusion** Knee joint is the most common injury part, and meniscus and anterior cruciate ligament are the main injury structures. Acute traumatic injury is the leading type of injury, and mild dysfunction is the main feature of disability. It is found that the favorable incidence of the military training injuries of lower limbs is in Spring and Winter.

[**Key words**] army; military training injury; lower limbs; joint

Corresponding author:ZHANG Jie, E-mail:zhjj608@sina.com

国内外军事训练伤研究均表明,下肢是军事训练伤发生率和致残率最高的部位[1-5]。做好下肢军事训练伤防治,有助于减少部队非战斗减员。当前我军训练伤研究成果在防治体系上总体较为宽泛,关于下肢军事训练伤的发生特点和现状还鲜有研究和报道。基于此,本研究拟对陆军某部10年军事训练相关的下肢伤残数据进行分析,以掌握下肢损伤的发生规律和特点,为下肢训练伤防治提供关键依据,为实战化训练提供健康保障。

1 资料与方法

1.1 资料来源

通过某军队卫勤统计系统,调阅陆军某部队2010年1月至2019年12月因军事训练伤致残的人员存档资料。参照《军事训练伤诊断标准及防治原则》(WSB38-2001)的判定标准,参训人员在军事训练活动中发生的伴有功能障碍、影响正常训练1 d以上的器质性损伤即为军事训练伤,其中骨盆以下损伤,包括髋关节、膝关节、踝关节、大腿、小腿和足部的损伤诊断为下肢训练伤[6]。本研究通过陆军第八十三集团军医院伦理委员会审批(2022002)。

1.2 研究方法

按照国际疾病分类编码(ICD-10)确定训练伤诊断名称[7]。同一伤员患有两种或两种以上训练伤,以第一诊断作为统计结果。对符合下肢军事训练伤的人员进行流行病学调查。基本情况方面,收集伤员的性别、年龄、岗位类型等信息。损伤部位方面,按照髋关节、膝关节、踝关节、大腿、小腿和足部进行分类统计。损伤结构方面,按照关节、韧带、骨骼、肌腱、肌肉进行分类统计。损伤类型方面,将下肢训练伤分为:①急性创伤性损伤:训练中突发的损伤,如急性骨折、关节扭伤、关节脱位、韧带断裂、肌肉拉伤等,常由急性暴力所致。②过劳性损伤:长期反复应力所致的过度使用损伤,如疲劳性骨折、慢性无菌性炎症、骨突炎、髌股疼痛综合征、肌肉劳损、髋关节撞击症等[8]。从性别、年龄、岗位类型、损伤部位、损伤结构等方面对这两种损伤类型进行比较。伤残等级方面,根据《军人残疾等级评定标准》,伤残等级共分为10级,并依据伤残等级确定功能障碍程度,其中1~4级为严重功能障碍,完全丧失劳动能力;5~6级为中重度功能障碍,丧失大部分劳动能力;7~10级为轻度功能障碍,部分丧失劳动能力。损伤时间方面,分别统计2010年-2019年每年和每月的下肢训练伤发生人数,观察年度和月度人数分布及变化趋势。

1.3 统计学分析

所有数据经Excel 2019录入和汇总。采用SPSS 24.0统计软件进行分析,计数资料用频数、构成比表示。采用χ^2检验或Fisher精确检验比较急性创伤性

损伤和过劳性损伤两种损伤类型在性别、年龄、岗位类型、损伤部位和损伤结构差异。对于差异有统计学意义的指标采用 Bonferroni 法进一步做两两比较观察各因素水平间的差异。检验水准 $\alpha=0.05$。使用 GraphPad 8.0 统计软件绘制统计图。

2 结果

2.1 基本情况

从 2010 年 1 月至 2019 年 12 月,某陆军部队共发生军事训练相关伤残 4 156 例,其中下肢军事训练伤 2 223 例,占比 53.49%。下肢训练伤中,性别分布:男性 2 191 例(98.56%),女性 32 例(1.44%)。年龄分布:≤20 岁 21 例(0.94%),21~30 岁 1 226 例(55.15%),31~40 岁 876 例(39.41%),>40 岁 100 例(4.50%)。岗位类型分布:军官 445 例(20.02%),军士 1 151 例(51.78%),义务兵 627 例(28.20%)。

2.2 损伤部位

下肢损伤部位中,膝关节最多(63.52%),其次是踝关节(18.13%)、小腿(7.42%)、大腿(5.35%)、足部(3.78%)和髋关节(1.80%)。见图 1。

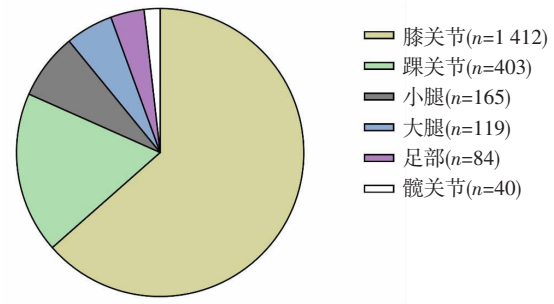


图 1 下肢训练伤损伤部位分布及例数

2.3 损伤结构

下肢损伤结构中,关节损伤占比最高(45.16%),其次是韧带(36.39%)、骨骼(16.60%)、肌腱(1.12%)和肌肉(0.41%)。关节损伤中位列前 5 的分别是半月板损伤 591 例(58.86%)、关节骨折 160 例(15.94%)、创伤性关节炎 87 例(8.66%)、滑膜炎 80 例(7.97%)、关节软骨损伤 47 例(4.68%)。韧带损伤中,膝关节韧带 606 例(74.91%),踝关节韧带 203 例(25.09%),前 5 位分别是前交叉韧带 536 例(66.25%)、踝外侧副韧带 95 例(11.74%)、距腓前韧带 93 例(11.50%)、前后交叉韧带 36 例(4.45%)、后交叉韧带21例(2.60%)。骨骼损伤中前5位分别是股骨 129 例(34.96%)、胫骨 72 例(19.51%)、腓骨 45 例(12.20%)、胫腓骨 39 例(10.57%)、髌骨 29 例(7.86%)。肌腱损伤中跟腱损伤有 7 例(68.00%),占比最多,肌肉损伤中腓骨长肌损伤有 4 例,占比最多(44.44%)。见图 2。

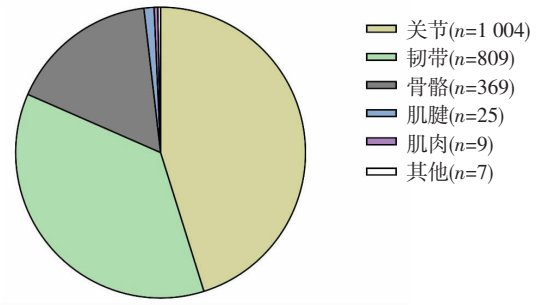


图 2 下肢训练伤损伤结构分布及例数

2.4 损伤类型

急性创伤性损伤 2 058 例(92.58%),过劳性损伤 165 例(7.42%)。如表 1 所示,急性创伤性损伤在损伤部位上最常发生于膝关节(65.16%),其次是踝关节(19.00%)。过劳性损伤中同样在膝关节(43.03%)发生率最高,其次是足部(24.24%)。两种伤型比较结果显示,在损伤部位上,急性创伤性损伤在膝关节和踝关节的发生率高于过劳性损伤($P<0.05$),但在髋关节和足部的发生率则低于过劳性损伤($P<0.05$)。在损伤结构上,急性创伤性损伤在韧带的发生率高于过劳性损伤($P<0.05$),但在骨骼和关节的发生率则低于过劳性损伤($P<0.05$)。两种损伤类型在性别、年龄、岗位类型方面的差异无统计学意义(表 1)。

2.5 伤残等级

本研究所纳入的下肢训练伤人员均通过伤残鉴定。其中 5 级 3 例(0.14%),6 级 9 例(0.41%),7 级 22 例(0.99%),8 级 691 例(31.08%),9 级 793 例(35.67%),10 级 705 例(31.71%),可见下肢训练伤残等级主要集中在 8~10 级(98.46%)。

2.6 损伤时间

从月度分布看,可见 3~5 月与 10~12 月是下肢训练伤的高发期,占比分别为 27.85%和 29.82%(图 3)。从年度分布看,下肢训练发生例数在 2010-2017 年持续增长,在 2017 年达到峰值后逐年下降(图 4)。

表 1 急性创伤性损伤和过劳性损伤的特征比较[例(%)]

指标	急性创伤性损伤	过劳性损伤	χ^2	P
性别			0.007	0.932
男性	2 029(98.59)	162(98.18)		
女性	29(1.41)	3(1.82)		
年龄/岁			2.541	0.439
≤20	21(1.02)	0(0)		
21~30	1 139(55.35)	87(52.73)		
31~40	808(39.26)	68(41.21)		
>40	90(4.37)	10(6.06)		
职别			0.671	0.715
军官	408(19.83)	37(22.42)		
军士	1 069(51.94)	82(49.70)		
义务兵	581(28.23)	46(27.88)		
损伤部位			261.470	0.000
髋关节[a]	8(0.39)	32(19.39)		
大腿	115(5.59)	4(2.43)		
膝关节[b]	1 341(65.16)	71(43.03)		
小腿	159(7.72)	6(3.64)		
踝关节[b]	391(19.00)	12(7.27)		
足部[a]	44(2.14)	40(24.24)		
损伤结构			159.475	0.000
骨骼[a]	313(15.21)	56(33.94)		
关节[a]	900(43.73)	104(63.03)		
韧带[b]	809(39.31)	0		
肌腱	22(1.07)	3(1.82)		
肌肉	8(0.39)	1(0.61)		
其他	6(0.29)	1(0.61)		

a:基于 Bonferroni 法校正 P 值后,急性创伤性损伤中此类别的样本量占比显著小于过劳性损伤;b:基于 Bonferroni 法校正 P 值后,急性创伤性损伤中此类别的样本量占比显著大于过劳性损伤

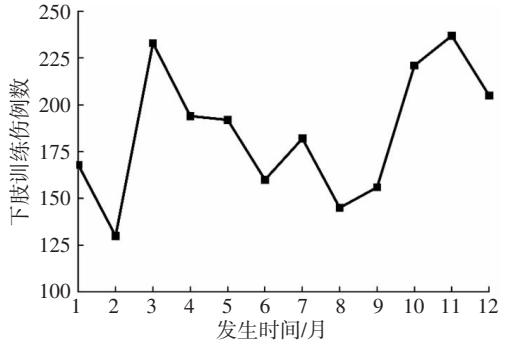


图 3 下肢训练伤发生例数各月度分布

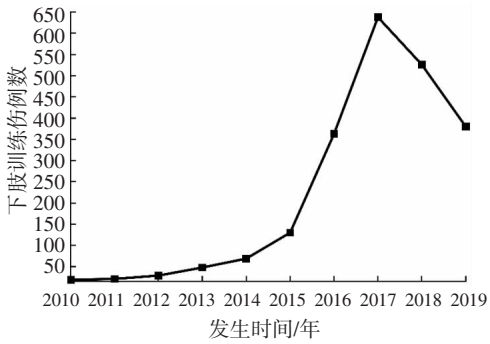


图 4 下肢训练伤发生例数各年度分布

3 讨论

各科目军事训练多是在下肢动态平衡的条件下完成的跳、攀、跑、爬、投等一系列连贯动作,需要在较短时限内发挥较大速率和力量,或在较长时间内持续做功[9]。因此,下肢各运动单元负载较高,持续时间较长,是军事训练伤的高发部位。据资料显示,我军下肢训练伤总体发生率在 22.2%~52.1%[10-11],外军报道其发生率为 13.9%~51.0%[12]。本研究中,下肢军事训练伤致残人数占训练伤致残总数的 53.49%。可见,下肢损伤是军事训练中的常见伤、多发伤,其预防对减少军事训练伤致残,维护部队战斗力具有重要意义。

3.1 下肢训练伤发生特点及机制

本研究中,士兵在下肢训练伤中占比 79.98%,提示士兵是下肢训练伤的主要发生群体,而军官多在指挥类或技术类岗位就职,训练时间相对较短,训练强度相对较低,下肢训练伤的数量相比士兵较少。研究发现,21~30 岁年龄组下肢损伤发生率最高,这可能与年轻官兵入伍时间短,身体素质差,动作不熟练,心理紧张等因素有关[9-10]。多个研究表明,膝关节是下肢最常见的损伤部位,其次为踝关节和小腿[8, 13-14]。本研究中膝关节和踝关节损伤人数分别占下肢训练伤总数的 63.52%和 18.13%。有研究表明,膝部军事训练伤的全年发生率为 5%~10%[15]。膝关节作为一个多轴关节,能够进行多平面运动,在高强度持续活动中易造成急性损伤。本研究中半月板损伤和前交叉韧带损伤在膝关节损伤中的占比分别为 41.86%和 37.96%,提示半月板和前交叉韧带是膝关节的主要损伤结构。半月板血供少、自愈能力差,长期不正确地使用膝盖或反复的错误动作,容易导致半月板过度磨损或破裂。据报道,美国军人的半月板损伤发生率是一般人口的 10 倍,达到 8.27‰~10.08‰[16]。军人在日常训练中跑、

跳动作频繁,尤其在跳跃落地时,为分担股骨的压力,半月板承受巨大载荷,从而产生严重形变,易引发半月板损伤[17]。前交叉韧带对保持膝关节的稳定性具有关键作用,其损伤多为膝关节强力过伸或强力外展所致,常见于快跑中突然停止、转弯等过程,断裂后会导致膝关节前向不稳[18]。此外,股四头肌和腘绳肌力量薄弱也会增加前交叉韧带损伤的风险[19]。据报道,现役军人中踝扭伤的概率比常人高5~6.6倍,其中踝韧带损伤率超过20%[20]。本研究发现,踝外侧副韧带是踝关节最常受累的部位,这可能与踝关节的解剖有关:踝外侧副韧带分布相对分散而薄弱,当足跖屈脚尖向下时,距骨体后部进入关节窝,此时足部不稳定,易导致踝部过度内翻损伤外侧副韧带。

研究结果显示,膝踝部发生急性创伤损伤的概率更高,而髋关节和足部损伤中过劳性损伤更常见。本研究中髋关节损伤以髋臼撞击综合征、慢性无菌性炎症为主。髋关节的疲劳性损伤一方面与股骨头和髋臼间的异常结构有关;另一方面,训练量过大且过于集中时,不正常外力和下肢落地支撑反作用力持续作用于髋关节,导致股骨头与髋臼长期不正常接触、碰撞,产生反复的微型损伤,引发髋关节疼痛和功能障碍。本研究中足部过劳性损伤主要表现为疲劳性骨折。据报道,跖骨是足部疲劳性骨折的最好发部位,其中以第二、三跖骨骨折的发生率最高,为39%~41%[21]。第二、第三跖骨属于足中间柱,足负重时中间柱所受应力较大,长途行走或运动后可使足弓塌陷,向下压力增加,引发骨组织微损伤累积,当足部骨小梁破坏吸收超过机体修复重塑能力时,即会发生疲劳性骨折[22]。

3.2 下肢训练伤发生影响因素

下肢训练伤的发生与多方面因素有关。其中高强度、高频率的训练是导致下肢损伤的重要原因[23]。王向前等[24]报告在5 km训练相关的运动系统损伤中,下肢损伤发生率高于其他部位,为68.7%。杨筱筠等[25]报告400 m障碍跑所致训练伤中,下肢损伤占比65.28%。自然条件对训练伤的发生也会产生影响。本研究发现,每年3~5月和10~12月是下肢训练伤发生的两个高峰期,占全年发生率的57.67%。本研究中被调查的部队地处北方,冬春季节气候寒冷干燥,低温下肌肉关节容易僵硬,如热身不充分就盲目运动则会增加下肢训练伤发生概率。此外,吸烟酗酒、体能储备不足、既往有肌肉骨骼损伤史、臀部及下肢肌群力量薄弱、髋踝关节灵活性不够、神经肌肉功能异常等都是下肢损伤发生的风险因素[26-27]。

综上所述,下肢训练伤的高发生率和高致残率,已成为影响军队战斗力的重要因素。本研究的流行病学调查结果,可为后期制订科学的下肢训练伤预防策略提供有益参考。但受限于资料要素,本研究尚未建立不同类型下肢损伤与训练项目、预后状况之间的关系,有待后续进一步研究。

参考文献:

[1] 巩博, 陈杨, 张伟. 某军校新兵入伍训练阶段军事训练伤发生特征及影响因素分析[J]. 解放军预防医学杂志, 2017, 35(6): 562-564, 657. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2017.06.006.
GONG B, CHEN Y, ZHANG W. Features and influencing factors of military training injuries among recruits[J]. J Prev Med Chin PLA, 2017, 35(6): 562-564, 657. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2017.06.006.

[2] 高志丹, 刘全斌, 陈晨, 等. 某部军事训练伤监测系统报告训练伤情况分析[J]. 解放军预防医学杂志, 2020, 38(10): 98-100. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2020.10.034.
GAO Z D, LIU Q B, CHEN C, *et al*. Analysis of training injuries reported by a military training injury monitoring system[J]. J Prev Med Chin PLA, 2020, 38(10): 98-100. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2020.10.034.

[3] 杨森, 夏磊, 马珍珍, 等. 某部队近5年军事训练伤调查分析[J]. 解放军医学院学报, 2021, 42(10): 1030-1034. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2021.10.005.
YANG S, XIA L, MA Z Z, *et al*. A retrospective analysis in military training injuries in recent 5 years in a group army[J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2021, 42(10): 1030-1034. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2021.10.005.

[4] MÜLLER-SCHILLING L, GUNDLACH N, BÖCKELMANN I, *et al*. Physical fitness as a risk factor for injuries and excessive stress symptoms during basic military training[J]. Int Arch Occup Environ Health, 2019, 92(6): 837-841. DOI: 10.1007/s00420-019-01423-6.

[5] SHARMA J, HEAGERTY R, DALAL S, *et al*. Risk factors associated with musculoskeletal injury: a prospective study of British infantry recruits[J]. Curr Rheumatol Rev, 2019, 15(1): 50-58. DOI: 10.2174/1573397114666180430103855.

[6] 黄昌林, 张莉, 薛刚.《军事训练伤诊断标准及防治原则》的编制应用研究及其意义[J]. 解放军医学杂志, 2004, 29(4): 286-288. DOI: 10.3321/j.issn: 0577-7402.2004.04.003.
HUANG C L, ZHANG L, XUE G. The compilation of "Diagnostic criteria, principles of prophylaxis and treatment of military training injuries"[J]. Med J Chin PLA, 2004, 29(4):

286-288. DOI: 10.3321/j.issn: 0577-7402.2004.04.003.

[7] 北京协和医院世界卫生组织疾病分类合作中心. 疾病和有关健康问题的国际统计分类(第一卷)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 19-53.
WHO Collaborating Center for Classification of Diseases, Peking Union Medical College Hospital. International Statistical Classification of Diseases and Health-related Problems (Volume I) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2013: 19-53.

[8] 叶超群, 贾辰龙, 张向阳, 等. 军事训练相关肌骨损伤风险因素与预防策略[J]. 空军医学杂志, 2020, 36(4): 344-348. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3402.2020.04.021.
YE C Q, JIA C L, ZHANG X Y, *et al*. Risk factors and prevention strategies for musculoskeletal injury in military training [J]. Med J Air Force, 2020, 36(4): 344-348. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3402.2020.04.021.

[9] 李文进, 孙磊, 张军, 等. 某特种兵大队新兵下肢军事训练伤情况调查[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 15(12): 935-937. DOI: 10.3969/j.issn.1005-8478.2007.12.019.
LI W J, SUN L, ZHANG J, *et al*. Investigation in lower extremity injuries of new recruits in a Chinese special military force[J]. Orthop J China, 2007, 15(12): 935-937. DOI: 10.3969/j.issn.1005-8478.2007.12.019.

[10] 郑佳鹏, 鲁卫华, 张华, 等. 某部新兵下肢军事训练伤情况调查[J]. 解放军预防医学杂志, 2011, 29(6): 427-428. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2011.06.020.
ZHENG J P, LU W H, ZHANG H, *et al*. Investigation of lower limb injuries of a new recruit in military training [J]. J Prev Med Chin People's Liberation Army, 2011, 29(6): 427-428. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2011.06.020.

[11] 赵堂海, 王海波, 于永山, 等. 64 例军事训练伤致下肢深静脉血栓调查[J]. 解放军预防医学杂志, 2009, 27(5): 377.
ZHAO T H, WANG H B, YU Y S, *et al*. Investigation of 64 cases of lower extremity deep vein thrombosis caused by military training injury [J]. J Prev Med Chin PLA, 2009, 27(5): 377.

[12] SHAFFER R A, BRODINE S K, ITO S I, *et al*. Epidemiology of illness and injury among US navy and marine corps female training populations[J]. Mil Med, 1999, 164(1): 17-21. DOI: 10.1093/milmed/164.1.17.

[13] WILKINSON D M, BLACKER S D, RICHMOND V L, *et al*. Injuries and injury risk factors among British army infantry soldiers during predeployment training [J]. Inj Prev, 2011, 17(6): 381-387. DOI: 10.1136/ip.2010.028233.

[14] DE ANDRADE GOMES M Z, PINFILDI C E. Prevalence of musculoskeletal injuries and a proposal for neuromuscular training to prevent lower limb injuries in Brazilian Army soldiers: an observational study[J]. Mil Med Res, 2018, 5(1): 23. DOI: 10.1186/s40779-018-0172-7.

[15] 朱丽华. 军人半月板损伤知识—信念—行为问卷的编制及初步应用[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2020.
ZHU L H. Preparation and preliminary application of knowledge-attitude-practice questionnaire for meniscus injury in soldiers [D]. Changsha: Hunan Normal University, 2020.

[16] PEKARI T B, WANG K C, COTTER E J, *et al*. Contemporary surgical trends in the management of symptomatic meniscal tears among United States military service members from 2010 to 2015[J]. J Knee Surg, 2019, 32(2): 196-204. DOI: 10.1055/s-0038-1636838.

[17] 金波, 胡云根, 韩雷. 半月板有限元分析的研究进展[J]. 中国骨伤, 2019, 32(5): 485-488. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.05.019.
JIN B, HU Y G, HAN L. Progress in finite element analysis of meniscus[J]. China J Orthop Traumatol, 2019, 32(5): 485-488. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.05.019.

[18] 张伟, 刘云鹏, 王星亮, 等. 膝关节前交叉韧带损伤危险因素的影像学分析[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(15): 2361-2366. DOI: 10.12307/2022.591.
ZHANG W, LIU Y P, WANG X L, *et al*. Imaging analysis of risk factors for knee anterior cruciate ligament injury[J]. Chin J Tissue Eng Res, 2022, 26(15): 2361-2366. DOI: 10.12307/2022.591.

[19] 孟庆阳,于腾波,戚超,等.前交叉韧带损伤的风险因素研究进展[J]. 中国骨与关节杂志, 2012, 1(6): 648-652. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2012.06.021.
MENG Q Y, YU T B, QI C, *et al*. Research progress on risk factors of anterior cruciate ligament injury[J]. Chin. J. Bone Jt, 2012, 1(6): 648-652. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2012.06.021.

[20] LAUDER T D, BAKER S P, SMITH G S, *et al*. Sports and physical training injury hospitalizations in the army[J]. Am J Prev Med, 2000, 18(3 Suppl): 118-128. DOI: 10.1016/s0749-3797(99)00174-9.

[21] 陈大伟, 李兵, 俞光荣. 足部结构特点与跖骨应力性骨折[J]. 中华骨科杂志, 2009, 29(6): 589-591. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2009.06.017.
CHEN D W, LI B, YU G R. Foot structural characteristics and stress fracture of metatarsal bone [J]. Chin J Orthop, 2009,29(6): 589-591. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2009.06.017.

[22] GAWEDA K, TARCZYNSKA M, MODRZEWSKI K, *et al*.

An analysis of pathomorphic forms and diagnostic difficulties in tarso-metatarsal joint injuries. Int Orthop, 2008, 32(5): 705-710. DOI: 10.1007/s00264-007-0375-0.

[23] HEARN D W, KERR Z Y, WIKSTROM E A, *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.

[24] 王向前, 陈扬. 5 km 越野训练运动系统损伤调查与分析[J]. 军事体育进修学院学报, 2010, 29(2): 112-115. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1300.2010.02.036.
WANG X Q, CHEN Y. Research and analysis of injury of motion system in 5 km cross-country training[J]. J Pla Inst Phys Educ, 2010, 29(2): 112-115. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1300.2010.02.036.

[25] 杨筱筠, 付留杰, 刘勇, 等. 72 例 400m 障碍训练致伤分析及预防对策[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(14): 1342-1344. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.14.20.
YANG X J, FU L J, LIU Y, *et al*. Injury analysis and prevention countermeasures of 72 cases of 400m obstacle training[J]. Orthop J China, 2018, 26(14): 1342-1344. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.14.20.

[26] BULZACCHELLI M T, SULSKY S I, RODRIGUEZ-MONGUIO R, *et al*. Injury during US army basic combat training[J]. Am J Prev Med, 2014, 47(6): 813-822. DOI: 10.1016/j.amepre.2014.08.008.

[27] 魏从光, 师超峰, 张建峰, 等. 多维度评估干预在新兵训练伤防控中的探索研究[J]. 解放军预防医学杂志, 2020, 38(5): 41-44. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2020.05.014.
WEI C G, SHI C F, ZHANG J F, *et al*. Research on multidimensional evaluation intervention in prevention and control of training injury of recruits[J]. J Prev Med Chin PLA, 2020, 38(5): 41-44. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2020.05.014.

(**收稿**:2022-05-26;**修回**:2022-06-21)

(编辑 张 维)