

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20210545

• 学术园地 •

支具在军事训练伤中的应用

宋佳亮, 栾晓维, 方凡夫*

海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院康复医学科, 上海 200433

[摘要] 军事训练伤是部队最常见的一类伤病, 是部队非战斗性减员及战斗力减弱的主要原因之一, 是世界各国军队面临的重大医疗问题。我军军事训练伤康复目前处于起步阶段, 其中对于支具的应用尚缺乏足够的基础理论机制和临床实践研究。本文主要阐述支具的作用和实际应用对于军事训练伤预防、治疗与康复的重要性, 以促进支具在军事训练伤防治中的应用, 为部队战斗力提供有力保障。

[关键词] 军事训练伤; 预防; 治疗; 康复; 支具

[中图分类号] R 823 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-1338(2022)11-1329-06

Application of brace in military training injury

SONG Jia-liang, LUAN Xiao-wei, FANG Fan-fu*

Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] Military training injury is the most common type of injuries in the army. It is one of the main reasons for non-combat attrition and reduction of combat effectiveness and a major medical problem faced by the armies of all countries in the world. The rehabilitation for military training injuries in our army is at its initial stage, and there are not enough basic theory and clinical research on the application of brace. This article mainly reviews the function of brace and the role of it to the prevention, treatment and rehabilitation of military training injuries, so as to promote the application of brace in the prevention and treatment of military training injuries, so as to provide a powerful guarantee for the combat effectiveness of troops.

[Key words] military training injury; prevention; treatment; rehabilitation; brace

[Acad J Naval Med Univ, 2022, 43(11): 1329-1334]

军事训练伤是指由军事训练直接引起组织器官功能障碍或病理改变, 导致参训者至少停训 1 d 的训练伤^[1]。军事训练伤是导致军人功能障碍甚至残疾的重要因素, 也是军队战斗力减弱的主要原因^[2], 军事训练伤不仅造成昂贵的医疗负担, 还严重影响部队的战备状况^[3]。因此, 军事训练伤一直受到国内外各军事研究机构的关注。

支具指用于医学和康复治疗、防护和预防损

伤以及为创伤或手术后的肢体改善运动功能的体外支撑装置^[4]。近年来, 随着新工艺、新材料的应用, 支具技术取得了巨大的进步, 已经成为大部分欧美国家在运动损伤领域进行固定制动、康复治疗等主要的辅助装置。而在军事训练中, 合理应用支具不仅能有效预防训练伤的发生, 还能在治疗中发挥重要作用, 尤其在早期康复中具有重要意义。

[收稿日期] 2021-05-27 **[接受日期]** 2022-06-12

[基金项目] 国家重点研发计划(2019YFC1711803), 上海市科学技术委员会生物医药领域科技支撑项目(19441908100), 上海市综合医院中西医结合专项(ZW[2018-2020]-FWTX-3013), 海军军医大学(第二军医大学)“远航”军事医学人才计划(2019-YH-06)。Supported by National Key Research and Development Plan of China (2019YFC1711803), Supporting Project of Biomedical Field of Science and Technology Commission of Shanghai Municipality (19441908100), Shanghai Specialized Project for Integrated Traditional Chinese and Western Medicine in General Hospital of Shanghai (ZW[2018-2020]-FWTX-3013), and Military Medical Talent Project of “Long Voyage” of Naval Medical University (Second Military Medical University) (2019-YH-06).

[作者简介] 宋佳亮, 住院医师. E-mail: songji0906@163.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161967, E-mail: fangfanfu@126.com

1 军事训练伤发生情况

1.1 军事训练伤发生率 在各国军队中,军事训练伤的发生率普遍较高。Jones等^[5]在2002年首次对美军军事训练伤进行了系统性回顾研究,对发生率及预防措施进行了综合评估。此后,美国陆军环境医学研究所对军事训练伤愈发重视,相关监测研究相继启动。2013年Knapik等^[6]调查了美国陆军的训练伤发生率,结果为47%。2018年Teyhen等^[7]对包括战斗、战斗支援、后勤保障和突击战斗等多个单位的1430名陆军人员12个月内的损伤情况进行前瞻性观察研究,结果显示53.4%的人员发生骨骼肌肉损伤,其中后勤保障单位的损伤发生率最高(占65.6%),是作为参照的战斗单位(占41.1%)的1.6倍。在英军中,2017年Sharma等^[8]在卡特里克训练中心对不同步兵团进行了为期2年的前瞻性观察研究,各步兵团损伤发生率分别为降落伞团86%、警卫团46%、线列步兵团48%,在所有部队中,过度训练损伤都是最常见的损伤原因。之后2019年Sharma等^[9]再次调查发现英军军事训练伤发生率为41.28%,总体表现为逐步下降。Schram等^[10]在2019年对澳大利亚部队官兵调查发现,军事训练伤的发生率为27.7%,且证明训练强度、训练科目与骨骼肌肉损伤密切相关。其他研究显示,德军训练伤发生率为32.9%^[11],瑞典军队的为67.9%^[12]。但需注意的是各国对军事训练伤的定义、训练强度和训练科目各不相同,训练伤的发生率没有同质性。

在我军军事训练伤发生率的报道中,各文献数据相差较大,多与调研的单位、人数和方式有关。曾小燕等^[13]调查了某旅2020年度入伍新兵在新训结束后军事训练伤的发生情况,结果显示1427人中有353人发生了训练伤,发生率为24.74%。熊恒等^[14]通过对4700名执行任务的官兵进行问卷调查,发现军事训练伤发生率为11.2%。朱成杰等^[15]调查了某基层部队的260名军人,结果显示军事训练伤总发生率为66.1%。张仲柏等^[16]对武警某部905名官兵进行问卷调查后发现,该部队执行任务期间的军事训练伤发生率为64.68%。

近年来,我军大力开展实战化军事训练,训练伤发生率总体表现出逐年上升趋势。因此,军事训练伤防治的开展刻不容缓。2019年以来,我军在

有序展开全军训练伤综合防控工作后发现,康复评估、预防与治疗的水平在其中发挥着至关重要的作用。与此同时,美军从2020年10月启用新的陆军战斗体能测试(Army Combat Fitness Test, ACFT),其在项目设置、标准制定等方面更加合理,适度的训练和科学的测试可以更为有效的减少训练伤发生率,保持军队核心战斗力^[17]。

1.2 军事训练伤损伤类型与部位 根据国际分类标准,军事训练伤可分为骨与关节损伤、软组织损伤、器官损伤、特殊环境(因素)损伤四大类^[18]。秦梦婷等^[19]通过登录我军军事训练伤信息监测系统,选取了部分监测点,对2013~2019年训练伤数据进行分析后发现,骨与关节损伤最多见(52.9%),多为急性骨折、疲劳骨折和关节扭伤等;其次为软组织损伤(37.4%),多为组织挫伤、撕脱伤等;器官损伤和特殊环境(因素)损伤较少见。杨森等^[20]对某部近5年的军事训练伤进行调查分析,数据显示骨关节损伤高达70.8%,软组织损伤达25.43%。而通过综合分析相关文献数据显示,我军军事训练损伤好发部位大多集中在下肢(49.6%~71.82%),主要为膝关节(25.91%~61.53%)、踝关节(17.73%~19.21%)和足部(28.18%)^[13,19-20]。

研究数据显示,外国军队训练伤损伤情况与我军报告一致。美国军官军事训练伤主要为扭伤,多发生于膝关节(19.3%)以及踝关节(15.7%)^[21]。英军军事训练伤大多也集中在下肢,最常见的是膝关节(21.0%~25.8%),其次是踝关节(16.6%~19.3%)^[22]。以色列国防军军事训练伤最常见的损伤部位则是小腿和足踝(34%)、膝关节(22%)及腰部(19%)^[23]。德军和新西兰军队的军事训练发生下肢损伤的情况分别为60%^[11]和75%^[24]。

军事训练伤的好发类型和好发部位可能与不同军种、不同训练科目和不同训练方式有关。如步兵类官兵训练时间长、训练强度大、训练科目多,最易发生军事训练伤。因此,在组织军事训练时若针对训练伤的发病特点,对重点部位加强保护,制订损伤预防对策,能有效减少损伤的发生。

2 支具的作用

支具作为预防和辅助治疗的手段,主要功能为稳定保护、预防矫正及支撑免荷^[25]。其中,稳定

保护是通过限制活动、固定保护部位、维持稳定性以促进功能恢复;预防矫正是通过三点力矫正力线,预防损伤的发生发展;支撑免荷是通过减少轴向承重,为需要免荷部位进行支撑。

Bullock 等^[26]综合分析了 31 种与军事训练伤有关的预防干预措施,认定效果确切且有充分证据支持的预防干预措施有防止过度训练、使用护齿套、进行多轴神经肌肉的本体感觉和敏捷性训练、穿混纺织袜、穿戴半刚性踝关节支具及在高强度运动后 1 h 内摄取营养素等 6 种。研究证明,踝关节支具在高风险活动如跳伞训练中可预防踝关节损伤,防止原有踝关节损伤的复发^[27];护齿套通过整体受力减少局部受力,可缓冲外力,降低口面部撕裂或擦伤等损伤风险^[28];混纺织袜在长途行军中可减少摩擦,避免足部水泡的发生^[29]。由此可见,支具对预防军事训练伤的发生有着重要的作用。

而在治疗上,支具的应用也有很大的需求。以前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤患者治疗为例,根据对美国运动医学骨科学会(American Orthopaedic Society for Sports Medicine, AOSSM)成员的一项调查显示,有 13% 的外科医师从未给 ACL 重建患者使用功能性支具,只有 3% 的医师从未给 ACL 缺损患者使用支具^[30]。另一项调查显示,有 63% 的外科医师给 ACL 重建患者使用功能性支具,而其中 71% 的医师给患者使用支具长达 1 年^[31]。

3 支具的分类

支具的分类方法各有不同,根据使用部位,可分为上肢支具、下肢支具和脊柱支具;根据材料可分为软、硬和半硬支具;根据其作用可分为预防性、功能性和康复性支具^[32]。预防性支具主要用于保护没有损伤的关节和周围的软组织,功能性支具主要为已经存在的损伤或术后提供支持和保护,康复性支具主要用于损伤或术后早期康复训练过程。

4 支具的应用

根据国内外军事训练伤调查数据显示,下肢的损伤发生率最高,这可能与下肢生物力学功能障碍、肌群力量薄弱等有关。在军事训练伤的防治中应充分进行功能性运动评估,保持下肢运动链的稳

定性,减少损伤的发生。在康复预防与治疗中也以下肢支具的应用最为广泛。

4.1 预防性支具 预防性支具主要是通过提供支撑、分散应力或缓冲等方式起到预防损伤的作用。护踝和护膝是最常用的预防性支具。

4.1.1 踝关节预防性支具 踝关节是最常见的身体损伤部位之一,其损伤占有所有运动损伤的 27%^[33]。踝关节损伤大多为外侧扭伤,常由于不完全负重状态下的跖屈与内翻所致,特征是反复损伤、运动障碍及踝关节不稳定^[34]。因此训练者需要支撑和稳定踝关节以预防损伤,踝关节支具的应用便能在踝关节跖屈状态下增加内外翻的稳定性,同时不影响踝关节屈伸动作的正常完成。研究表明,不论是在篮球、足球等体育运动中,还是在跳伞等高风险训练中,踝关节支具的应用都显著地降低了损伤发生率,是一种有效的预防措施^[35-36]。而在踝关节扭伤后,复发率一直居高不下,踝关节支具作为一种二级预防措施也更优于神经肌肉训练^[37]。

4.1.2 膝关节预防性支具 膝关节是一个多轴关节,近端和远端的运动功能障碍都可引起膝关节的运动学改变,导致损伤发生^[38],故其稳定性需求远高于灵活性。在运动中保证膝关节屈伸动作的侧向稳定性有助于提高运动表现、减少疼痛和损伤的发生。膝关节预防性支具的常见机制便是通过侧方的铰链为膝关节增加侧向稳定性,同时允许屈伸动作的正常完成。生物力学研究表明,膝关节预防性支具可以稳定关节,增加 20%~30% 的阻力用于抵抗膝关节的侧向冲击^[39]。在一项对美国西点军校学员应用膝关节支具预防运动损伤的随机研究显示,对照组膝关节的损伤发生率高于支具组^[40]。虽然膝关节支具不能显著降低损伤的严重程度,但对内侧副韧带(medial collateral ligament, MCL)和 ACL 的扭伤有更大的预防保护作用。

4.2 功能性支具 功能性支具一般适合损伤或术后长期使用,在有风险的运动中、日常活动中为关节稳定性提供特定的力学辅助。这类支具的作用主要包括减轻疼痛或不稳的症状、延缓病程进展等。

4.2.1 膝关节韧带支具 功能性韧带支具可用于 ACL、后交叉韧带、MCL、外侧副韧带扭伤或术后。在临床上,膝关节韧带损伤以 ACL 损伤最为常见,其发病率为 68.6/10 万,而随着时间的推移 ACL 重建率有着显著提高^[41]。ACL 重建术是治

疗 ACL 损伤的首选,然而在术后愈合过程中,移植物的延伸仍然不可控,且失败率高达 13%^[42]。而且 ACL 损伤所引起的功能障碍并非只是简单的骨骼肌肉系统损伤。损伤后或重建后残留的结构不稳定、神经肌肉损伤和下肢生物力学的改变可导致对侧下肢的过度代偿和生物力学的改变,并增加患侧和健侧膝关节继发性损伤的风险^[31]。因此,ACL 重建术后患者更需要通过完善的康复治疗来恢复患肢的功能,为达到最佳的效果可在早期应用膝关节韧带支具。虽然部分研究如 McDevitt 等^[43]研究发现,年轻军人 ACL 重建术后应用支具并不能改善预后,但应用支具可增强患者信心、克服对运动的恐惧感。且支具对膝关节运动学确有改善,其生物力学作用仍然是显而易见的,主要为术后稳定,防止愈合的 ACL 移植过度拉伸和延伸;限制胫骨前移及旋转,增加关节稳定性,避免再次损伤^[44]。

4.2.2 骨性关节炎支具 骨性关节炎是由于机械负荷异常,膝关节的腔室重复机械摩擦造成的软骨损伤和膝关节疼痛^[45]。该病的慢性病程和高昂的干预费用对个人和社会都构成了相当大的负担^[46]。骨性关节炎支具的干预可以纠正下肢力线,防止关节间隙变窄并降低局部负荷,有效减少关节疼痛。除了在疾病晚期进行昂贵且复杂的关节置换术后,骨性关节炎没有治愈方法。而应用骨性关节炎支具联合足部矫形器的保守治疗不仅能缓解骨性关节炎的症状,而且还能降低疾病的发病率^[47]。

4.3 康复性支具 康复性支具的主要功能是为早期康复过程提供加压、固定制动等辅助,从而促进安全快速的早期康复。

4.3.1 行走支具 对于损伤或术后早期的功能恢复,在保护的状态下进行早期适度负荷和康复训练至关重要。行走支具的主要功能一方面是通过内部充气气囊为损伤部位提供加压保护,另一方面是支具的外在形态允许患者穿戴步行,帮助患者逐渐从非负重状态过渡至部分负重步行,最终进展至完全负重步行。相较于传统石膏固定后的舒适性差,不能拆卸、无法踩地等不足,行走支具不仅能在保证舒适性情况下固定制动、允许步行,还可以随时拆卸早期配合进一步的康复训练。如在跟腱损伤患者中, Kearney 等^[48]对不同康复方案的综合分析表明,跟腱损伤的患者在早期穿戴支具进行负重是安全的。且相较于石膏固定,使用行走支具进行康复

治疗可大大缩短患者的住院时间,提升踝关节的功能,有利于更快地恢复训练^[49]。

4.3.2 关节固定支具 关节固定支具可以控制关节活动范围从而促进术后或损伤早期渐进康复,并为关节提供中度的支撑。这类支具可以拆卸,方便治疗和康复,在一定程度上取代了石膏和夹板。其中膝关节固定支具较常见,多用于骨折或韧带损伤术后。损伤早期,在应用支具保护下进行限制性功能锻炼可以预防因关节内及软组织粘连而导致的膝关节运动功能受限,也能预防肌肉萎缩,有助于早期恢复患肢功能^[50]。

5 小结

军事训练是提高军人体能,提高部队战斗力的根本途径,但随之而来的训练伤问题也需引起重视。近年来,各国军队通过评估相关风险因素以及应用干预措施,使得军事训练伤得到有效防治。

现如今,利用医学运动康复专业知识进行预防、治疗的新技术,正在有利地推动着军事训练伤防治的实践。支具的应用本为其中重要的一环,但由于多年来我国的支具设计、研究、装配等工作与临床医疗、军事训练结合不普及,对其重要性和必要性认识不够,致使支具的应用受到了一定程度的限制。加上国内有关支具在运动损伤中应用的基础性研究较少,限制了其推广应用。

围绕新形势下强军目标,我军卫勤保障已将军事训练伤的防治列为重要课题^[51]。为进一步提高军事训练伤防治能力,在完善理论基础,健全管理体系等基本要素之外,支具应用作为干预措施中的重要内容也不可或缺,其早期预防、及时治疗的优点更能进一步提高卫勤保障能力。

[参考文献]

- [1] 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,2004,29:286-288.
- [2] 吴晓光,黄涛,黄昌林,薛刚,谢峰.士兵不同体能训练模式的试验性研究[J].实用医药杂志,2017,34:199-202.
- [3] MOLLOY J M, PENDERGRASS T L, LEEI E, CHERVAK M C, HAURETK G, RHON D I. Musculoskeletal injuries and United States army readiness part I : overview of injuries and their strategic impact[J/OL]. Mil Med, 2020, 185: e1461-e1471. DOI:

- 10.1093/milmed/usaa027.
- [4] 李敏杰,王予彬. 现代康复支具在运动创伤治疗中的应用[J]. 中国运动医学杂志, 2003, 22: 200-203.
- [5] JONES B H, THACKER S B, GILCHRIS T J, KIMSEY C D Jr, SOSIN D M. Prevention of lower extremity stress fractures in athletes and soldiers: a systematic review[J]. *Epidemiol Rev*, 2002, 24: 228-247.
- [6] KNAPIK J J, GRAHAM B, COBBS J, THOMPSON D, STEELMAN R, JONES B H. A prospective investigation of injury incidence and risk factors among army recruits in combat engineer training[J/OL]. *J Occup Med Toxicol*, 2013, 8: 5. DOI: 10.1186/1745-6673-8-5.
- [7] TEYHEN D S, GOFFAR S L, SHAFFER S W, KIESEL K, BUTLER R J, TEDALDI A M, et al. Incidence of musculoskeletal injury in US army unit types: a prospective cohort study[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2018, 48: 749-757.
- [8] SHARMA J, DIXON J, DALAL S, HEAGERTY R, SPEARS I. Musculoskeletal injuries in British Army recruits: a prospective study of incidence in different infantry regiments[J]. *J R Army Med Corps*, 2017, 163: 406-411.
- [9] SHARMA J, HEAGERTY R, DALAL S, BANERJEE B, BOOKER T. Risk factors associated with musculoskeletal injury: a prospective study of British infantry recruits[J]. *Curr Rheumatol Rev*, 2019, 15: 50-58.
- [10] SCHRAM B, POPE R, ORR R. Injuries in Australian army full-time and part-time personnel undertaking basic training[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20: 6. DOI: 10.1186/s12891-018-2390-2.
- [11] MÜLLER-SCHILLING L, GUNDLACH N, BÖCKELMANN I, SAMMITO S. Physical fitness as a risk factor for injuries and excessive stress symptoms during basic military training[J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 2019, 92: 837-841.
- [12] HALVARSSON A, SETH M, TEGERN M, BROMAN L, LARSSON H. Remarkable increase of musculoskeletal disorders among soldiers preparing for international missions—comparison between 2002 and 2012[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20: 444. DOI: 10.1186/s12891-019-2856-x.
- [13] 曾小燕,张利祥,邢鲁艳,李春宝,蔡有军,章靖,等. 新兵军事训练伤情况调查分析[J]. 华南国防医学杂志, 2021, 35: 742-746.
- [14] 熊恒,史志强,郭世镇,王亚洲. 驻西宁某合成旅高原驻训训练伤发生情况调查及预防措施[J]. 西北国防医学杂志, 2020, 41: 116-119.
- [15] 朱成杰,商艳,董宇超,白冲. 某基层部队军事训练伤调查与防治措施的研究[J]. 海军医学杂志, 2020, 41: 623-629.
- [16] 张仲柏,王正晖,李艳春,杨敏,陈升鑫,解宏伟. 武警某部军事训练伤及卫生服务需求调查[J]. 人民军医, 2021, 64: 935-938.
- [17] 郭浩. 美空军启用新体能测试方法[N]. 中国国防报, 2020-03-23(4).
- [18] 吴进,李春宝,黄鹏,周志雄,赵东升,贾子善,等. 我军军事训练伤流行病学研究综述[J]. 解放军医学院学报, 2020, 41: 1236-1239, 1246.
- [19] 秦梦婷,仝旭丹,李明,殷庆喜,穆晓华. 部队军事训练伤监测情况分析和建议[J]. 人民军医, 2021, 64: 931-934.
- [20] 杨森,夏磊,马珍珍,张旭辉. 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: 1030-1034.
- [21] RADZAK K N, SEFTON J M, TIMMONS M K, LOPP R, STICKLEY C D, LAMK C. Musculoskeletal injury in reserve officers' training corps: a report from the athletic training practice-based research network[J/OL]. *Orthop J Sports Med*, 2020, 8: 2325967120948951. DOI: 10.1177/2325967120948951.
- [22] HEAGERTY R, SHARMA J, CAYTON J, GOODWIN N. Retrospective analysis of four-year injury data from the Infantry Training Centre, Catterick[J]. *J R Army Med Corps*, 2018, 164: 35-40.
- [23] SCHWARTZ O, MALK A I, OLSEN C H, DUDKIEWICZ I, BADER T. Overuse injuries in the IDF's combat training units: rates, types, and mechanisms of injury[J/OL]. *Mil Med*, 2018, 183: e196-e200. DOI: 10.1093/milmed/usx055.
- [24] HALL N, CONSTANTINO M, BROWN M, BECK B, KUYS S. Prevalence of musculoskeletal injuries in New Zealand army recruits as defined by physical therapy service presentations[J]. *Mil Med*, 2022, 187: 174-181.
- [25] 蔡丽飞,曹学军. 下肢矫形器在运动损伤中的应用现状[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16: 42-43.
- [26] BULLOCK S H, JONES B H, GILCHRIST J, MARSHALLS W. Prevention of physical training-related injuries recommendations for the military and other active populations based on expedited systematic reviews[J]. *Am J Prev Med*, 2010, 38 (1 Suppl): S156-S181.
- [27] WARDLE S L, GREEVES J P. Mitigating the risk of musculoskeletal injury: a systematic review of the most effective injury prevention strategies for military personnel[J]. *J Sci Med Sport*, 2017, 20(Suppl 4): S3-S10.
- [28] KNAPIK J J, HOEDEBECKE B L, MITCHENER T A. Mouthguards for the prevention of orofacial injuries in military and sports activities: part 2, effectiveness of mouthguard for protection from orofacial injuries[J]. *J Spec Oper Med*, 2020, 20: 114-116.
- [29] BOGERD C P, NIEDERMAN N R, BRÜHWILER

- P A, ROSSI R M. The effect of two sock fabrics on perception and physiological parameters associated with blister incidence: a field study[J]. *Ann Occup Hyg*, 2012, 56: 481-488.
- [30] DECOSTER L C, VAILAS J C. Functional anterior cruciate ligament bracing: a survey of current brace prescription patterns[J]. *Orthopedics*, 2003, 26: 701-706.
- [31] DELAY B S, SMOLINSKI R J, WIND W M, BOWMAN D S. Current practices and opinions in ACL reconstruction and rehabilitation: results of a survey of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine[J]. *Am J Knee Surg*, 2001, 14: 85-91.
- [32] 陈建. 矫形器在运动损伤康复中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2008, 23: 384-386.
- [33] HUNT K J, HURWI T D, ROBEL L K, GATEWOOD C, BOTSER I B, MATHESON G. Incidence and epidemiology of foot and ankle injuries in elite collegiate athletes[J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45: 426-433.
- [34] DOHERTY C, DELAHUNT E, CAULFIELD B, HERTEL J, RYAN J, BLEAKLEY C. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies[J]. *Sports Med*, 2014, 44: 123-140.
- [35] FARWELL K E, POWDENC J, POWELLM R, MCCARTYC W, HOCHM C. The effectiveness of prophylactic ankle braces in reducing the incidence of acute ankle injuries in adolescent athletes: a critically appraised topic[J]. *J Sport Rehabil*, 2013, 22: 137-142.
- [36] KNAPIK J, STEELMAN R. Risk factors for injuries during military static-line airborne operations: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Athl Train*, 2016, 51: 962-980.
- [37] JANSSEN K W, VAN MECHELEN W, VERHAGEN E A L M. Bracing superior to neuromuscular training for the prevention of self-reported recurrent ankle sprains: a three-arm randomised controlled trial[J]. *Br J Sports Med*, 2014, 48: 1235-1239.
- [38] CHUTER V H, JANSEDE JONGE X A. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature[J]. *Gait Posture*, 2012, 36: 7-15.
- [39] CHEW K T, LEW H L, DATE E, FREDERICSON M. Current evidence and clinical applications of therapeutic knee braces[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2007, 86: 678-686.
- [40] NAJIBI S, ALBRIGHT J P. The use of knee braces, part 1: prophylactic knee braces in contact sports[J]. *Am J Sports Med*, 2005, 33: 602-611.
- [41] SANDERS T L, MARADIT KREMERS H, BRYAN A J, LARSON D R, DAHM D L, LEVY B A, et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study[J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44: 1502-1507.
- [42] VAN ECK C F, SCHKROHOWSKY J G, WORKING Z M, IRRGANG J J, FUF H. Prospective analysis of failure rate and predictors of failure after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with allograft[J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40: 800-807.
- [43] MCDEVITT E R, TAYLOR D C, MILLER M D, GERBER J P, ZIEMKE G, HINKIN D, et al. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, multicenter study[J]. *Am J Sports Med*, 2004, 32: 1887-1892.
- [44] LOWE W R, WARTH R J, DAVISE P, BAILEY L. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2017, 25: 239-249.
- [45] LOESER J, LAYER B, PLATA C, PERRAR K M, HUCHO T, KULBIDA R. Hirudotherapy attenuates arthritic pain in patients with various chronic pain syndromes: a retrospective analysis[J]. *J Integr Med*, 2020, 18: 425-433.
- [46] CAI X Y, YUAN S W, ZENG Y T, WANG C C, YU N, DING C H. New trends in pharmacological treatments for osteoarthritis[J/OL]. *Front Pharmacol*, 2021, 12: 645842. DOI: 10.3389/fphar.2021.645842.
- [47] RAJA K, DEWAN N. Efficacy of knee braces and foot orthoses in conservative management of knee osteoarthritis: a systematic review[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2011, 90: 247-262.
- [48] KEARNEY R S, MCGUINNESS K R, ACHTEN J, COSTA M L. A systematic review of early rehabilitation methods following a rupture of the Achilles tendon[J]. *Physiotherapy*, 2012, 98: 24-32.
- [49] KHAN R J, FICK D, BRAMMAR T J, CRAWFORD J, PARKER M J. Interventions for treating acute Achilles tendon ruptures[J/OL]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004: CD003674. DOI: 10.1002/14651858.CD003674.pub2.
- [50] 许营民, 褚定坤, 于安民, 李海清, 赵宝辉. 带足长腿膝限位支具在胫骨平台骨折术后康复中的应用[J]. *现代中西医结合杂志*, 2011, 20: 2367-2368.
- [51] 张鸿, 包宝. 军事训练伤常见致伤因素分析与对策探讨[J]. *人民军医*, 2015, 58: 1015-1016, 1020.