

## 部队卫生

# 负重越野前下肢肌力训练对预防膝关节损伤的调查研究

汪 森, 苏 杭, 李 瑞, 许常利, 王志伟

**【摘要】 目的** 明确下肢肌肉开链运动与闭链运动在负重越野中防止膝关节损伤的切实效果,以期减少膝关节相关训练伤的发生率,提高部队战斗力。**方法** 将解放军某部参加负重五公里越野训练的 432 名官兵按随机数法分为 3 组:开链运动组(152 名)、闭链运动组(147 名)以及对照组(133 名)。开链运动组进行腿部伸展与直腿抬高练习,闭链运动组进行负重深蹲与腿压机练习,对照组不额外进行下肢肌肉训练。第一阶段进行常规训练加练下肢肌肉锻炼,为期半年。第二阶段进行负重越野训练,同样进行下肢肌肉训练。将因膝关节疼痛无法进行训练 1 周定义为膝关节训练伤,进行膝关节功能评价。**结果** 在第一阶段的基础训练后,开链运动组、闭链运动组以及对照组膝关节训练伤发生率分别为 3.95%(6/152)、4.08%(6/147)、3.76%(5/133),组间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。第二阶段的负重越野训练后,3 组的膝关节训练伤发生率为 25.00%(38/152)、14.97%(22/147)、39.10%(53/133),均高于第一阶段结束前,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );进行肌肉训练的 2 组膝关节训练伤发生率均低于对照组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),开链运动组膝关节的训练伤发生率高于闭链运动组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 在负重越野训练前加练下肢肌肉力量训练,特别是下肢闭链运动,对于提高膝关节周围稳定性,减少膝关节训练伤发生率,具有重要意义。

**【关键词】** 膝关节;训练伤;负重越野;肌肉训练

**【中图分类号】** R821

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1672-271X(2022)01-0104-03

**【DOI】** 10.3969/j.issn.1672-271X.2022.01.025

## 0 引言

武装越野是部队的常训项目之一。能发展战斗员身体机能,提高长途奔袭和在各种复杂地形上快速运动能力<sup>[1]</sup>。而在负重越野训练中,较高的伤病发生率严重的干扰了正常的训练。目前国内相关的研究主要集中运动系统训练伤进行横断面的调查研究,少有提出相应的对策去预防运动系统伤病。在诸多伤病中,膝关节训练伤的发病率达到 25%,且有逐年增加趋势<sup>[2-3]</sup>。故如何科学施训,降低负重越野中膝关节训练伤的发生率,成为基层亟需解决的问题之一。

既往研究显示,肌肉力量训练对于减轻及预防膝关节疼痛有重要意义<sup>[4]</sup>。因此,在进行负重越野训练前,系统的进行下肢肌肉训练,可有效减少膝关节训练伤的发生。本文结合基层部队的训练情况及训练伤防治工作的开展现状,进行有目的对照

实验,以验证肌肉力量训练及不同训练方式在预防膝关节训练伤及提高负重越野成绩的效果。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 我军某部参加负重越野训练的 432 名官兵,年龄 18~35 岁,身高 162~190 cm,体重 51~93 kg, BMI 17.3~26.2 kg/m<sup>2</sup>。所有参训官兵既往均无膝关节病史及下肢力线异常,均无平足。本研究经海军军医大学长海医院伦理委员会批准(批准号:31900790)。

### 1.2 方法

**1.2.1 问卷调查** 本研究共进行 2 次问卷调查,即在按制定方案进行 6 个月的适应性训练后及 6 个月的负重越野训练后,各进行一次问卷调查。通过问卷调查,了解参训官兵的个人情况,训练史,膝关节疼痛情况及就诊史,将因膝关节问题无法参训 1 周以上定义为发生膝关节训练伤,所有因膝关节训练伤转诊至体系医院的官兵,均行膝关节核磁共振检查。

**1.2.2 分组训练** 研究分为两个阶段,利用随机数法将其随机分为开链运动组(152 名)、闭链运动组

作者单位:200433 上海,海军军医大学长海医院关节骨病外科  
(汪 森、许常利、王志伟);210000 南京,解放军 94994 部队(苏 杭、李 瑞)

通信作者:王志伟, E-mail: wang123@smmu.edu.cn

(147 名)以及对照组(133 名)进行训练,各组参训场地及负重重量一致,每周每周训练 5 次,训练计划基本相同。开链运动组每周训练同时加练下肢肌肉开链运动,即腿部伸展与直腿抬高练习;闭链运动组每周训练同时加练下肢肌肉闭链运动,即负重深蹲与腿部按压;对照组按原计划进行训练,不进行加练。各组在进行为期 6 个月的适应性训练后,开始进行第二阶段负重越野训练,同样为期 6 个月。两阶段的训练时间,频率基本一致,并均在训练后加做肌肉力量训练。

**1.2.3 评价指标** 统计两阶段训练后各组五公里及格率、训练伤发生率、退出训练率等指标。

**1.3 统计学分析** 采用 SPSS 20.0 统计软件对数据进行整理和分析,计数资料以百分率(%)表示,采用 $\chi^2$ 检验。以  $P\leq 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结 果

**2.1 负重五公里及格率** 为期 1 年的训练后,负重五公里考核及格率为开链运动组 89.19%(132/148)、闭链运动组 86.20%(125/145)、对照组 80.92%(106/131),均达到了 80%以上,训练效果明显。

**2.2 第一阶段训练后膝关节伤病统计** 参加第一阶段分组训练后,共有 17 名发生膝关节训练伤,开链运动组、闭链运动组以及对照组膝关节训练伤发生率分别为 3.95%(6/152)、4.08%(6/147)、3.76%(5/133),各组间比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ );其中 10 名官兵至体系医院就诊。发生膝关节训练伤的官兵在进行 MRI 检查后,开链运动组出现前交叉韧带部分损伤 1 例,半月板 I、II 度损伤 1 例,闭链运动组半月板 I、II 度损伤 2 例,对照组未见明显器质性损伤。

**2.3 第二阶段训练后膝关节伤病统计** 参加第二阶段分组训练后,共有 8 名官兵因受伤退出训练,且均为第二阶段退出,开链运动组中退出 4 名,2 例为

膝关节相关训练伤,2 例为腰椎训练伤,退训率 4/152(2.63%)。闭链运动组退出 2 名,1 例为膝关节相关训练伤,1 例为踝关节相关训练伤,退训率 2/147(1.36%),对照组退出 2 名,1 例为膝关节相关训练伤,1 例为踝关节相关训练伤,退训率 2/133(1.50%)。开链运动组、闭链运动组以及对照组膝关节训练伤发生率分别为 25.00%(38/152)、14.97%(22/147)、39.10%(53/133),各组间比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );且各组的膝关节训练伤发生率均高于第二阶段训练前,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。各组膝关节训练伤及阳性 MRI 的检查结果见表 1。

3 讨 论

膝关节是人体体积最大、运动方式最为复杂的重要关节<sup>[5]</sup>。在历年军人评残中,膝关节损伤致残占到了 50%以上,膝关节军事训练伤已经成为制约了部队战斗力的重要原因之一<sup>[6-7]</sup>。在众多军事训练中,长距离负重跑,由于其增加了下肢运动的载荷,会导致髌股关节疼痛,退行性膝关节炎等问题,是造成膝关节损伤的第一发病因素<sup>[8-9]</sup>。

本研究显示负重长跑训练时,膝关节训练伤的发病率达到了 25%,这与既往研究的发病率基本一致<sup>[10]</sup>。理论上通过加强膝关节周围肌群训练可以提高关节稳定性从而降低膝关节训练伤的发生率。本研究中,2 组进行下肢肌肉训练的官兵,与未进行下肢肌肉锻炼的官兵,其膝关节训练伤的发生率具有统计学差异。开闭链运动对同一肌肉所产生的作用不同。下肢开链运动时,足部处于游离状态,可减少关节内压力,增加主动肌肌肉力量,但对关节稳定性影响不明显<sup>[11]</sup>。而闭链运动更加强调多关节的协同活动,跨多个关节的多个肌肉群被激活,对骨骼产生更多的应力效应,有助于刺激更多的肌肉和关节内外结构中的感觉受体来控制运动,

表 1 第二阶段训练后官兵膝关节伤病情况

项目	开链运动组	闭链运动组	对照组
半年后参训数	148	145	131
因病退出人数	4	2	2
膝训练伤发生率	38/152(25.00%)	22/147(14.97%)	53/133(39.10%)
膝关节器质性损伤	半月板Ⅲ度损伤 1 例,前交叉韧带损伤 1 例,半月板 I、II 度损伤 3 例(合并交叉韧带损伤 1 例)	半月板Ⅲ度损伤 1 例,半月板 I、II 度损伤 7 例(合并前交叉韧带损伤 4 例)	半月板Ⅲ度损伤 1 例,半月板 I、II 度损伤 3 例,前交叉韧带损伤 1 例

可增加保护作用,更多的用于术后的康复锻炼中<sup>[12]</sup>。下肢闭链运动时,足部处于固定状态,会增加关节内压力,相较闭链运动增加主动肌和拮抗肌肌肉力量,改善膝关节稳定性,降低膝关节疼痛发生率<sup>[13]</sup>。本研究中开链运动组与闭链运动组在负重训练后膝关节疼痛发生率具有统计学差异,证实了闭链运动较之开链运动能更加有效的减少膝关节疼痛情况的发生率。

但 Adouni 等<sup>[14]</sup>的生物力学研究显示,在闭链运动过程中,在交叉韧带较为薄弱的情况下,负重条件下过度的膝关节屈曲,可能会导致加重软骨的损伤。本研究中,闭链运动组出现了 4 例前交叉韧带损伤合并半月板损伤的病例,数量较开链运动组为多,认为这与在某次训练后交叉韧带受伤,仍坚持继续参加下肢闭链训练时膝关节在过度屈曲位负重有关,而但由于样本量较小,仍需更大样本去进行探究。

同时笔者在训练过程中还发现,下肢闭链运动由于需要膝关节承担更大的压力,若训练姿势不标准等可能会导致膝关节发生器质性病变。在本研究中,有 7 例半月板损伤出现于闭链运动组,尽管在追溯病史时,其均是在参加越野训练时受伤。在近年的 META 分析研究显示,对于半月板损伤及交叉韧带损伤的患者,进行闭链运动时可以较之开链运动更加有效的进行术后康复,但其仅限于术后的康复,尚无大规模的前瞻性研究可证实闭链运动较开链运动可有效减少交叉韧带及半月板损伤的发病率<sup>[15]</sup>。在本研究中,半月板损伤的发病率明显高于开链运动组与对照组,这是一个值得注意的问题。

总之,本研究证实了在基层部队进行合理,规范的下肢肌肉训练,有助于提升膝关节的稳定性,减少官兵在进行负重越野训练中膝关节训练伤的发生率。其中,闭链运动相较于开链运动,其对于降低膝关节训练伤的发生似乎更有意义,但对于已出现膝关节训练伤的受训人员,应及时就医,评估伤情,及时停止或调整下肢闭链运动方案,以避免膝关节进一步损伤。

本研究初步明确了肌肉训练在负重越野中预防膝关节损伤的意义,也进一步阐述了开链运动与闭链运动的不同效果。但受限于基层卫生条件与部队实际情况,无法对所有参训官兵进行膝关节 MRI 普查,统计结果受官兵个人主观影响较大,且调查时间较短。在后续的研究中,对于官兵在进行

负重越野训练时膝关节的生物力学情况,以及开闭链运动对膝关节周围肌肉及稳定性的具体影响效果将是主要的着眼点。

## 【参考文献】

- [1] 林建棣. 军事体育[M].北京:解放军出版社,2003:158.
- [2] 王向前. 五公里武装越野训练伤病调查[J]. 军事体育学报, 2016,35(3): 50-53.
- [3] 尹雪军,张杰华,徐才国,等.军事训练致隐匿性膝关节损伤的低场 MRI 诊断[J].东南国防医药,2010,12(3):223-225.
- [4] Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2007, 37(5): 232-238.
- [5] 胥少汀,葛宝丰,卢世璧. 实用骨科学[M].郑州:河南科学技术出版社,2019:136-137.
- [6] 刘宏滨,齐晓林,陈徐杰,等.军改前后部队战士军事训练伤住院病例分析[J].东南国防医药,2020,22(1):107-109.
- [7] 吴国超.某体系部队官兵 4 年评残分析[J].解放军医院管理杂志,2017,24(8):706-708.
- [8] Hill OT, Kay AB, Wahi MM, et al. Rates of knee injury in the U. S. Active Duty Army, 2000-2005[J]. Mil Med, 2012, 177: 840-844.
- [9] 冷楠楠,陈建民,刘国印. 运动训练相关膝关节骨性关节炎的研究进展[J].东南国防医药,2017,19(6):620-624.
- [10] 冯会成,黄迅悟,徐洪伟,等.入伍新训中膝关节损伤的特点与防治研究[J].现代生物医学进展,2015, 15(27): 5288-5290,5294.
- [11] Graham VL, Gehlsen GM, Edwards JA. Electromyographic evaluation of closed and open kinetic chain knee rehabilitation exercises[J]. J Athl Train, 1993,28(1):23-30.
- [12] Kim MK, Kong BS, Yoo KT. Effects of open and closed kinetic-chain exercises on the muscle strength and muscle activity of the ankle joint in young healthy women[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(11):1903-1906.
- [13] Witvrouw E. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study[J]. Am J Sports Med, 2004, 32(5): 1122-1130.
- [14] Adouni M, Shirazi-Adl A. Knee joint biomechanics in closed-kinetic-chain exercises[J]. Computer Met Bio Biomed Eng, 2009, 12(6): 661-670.
- [15] Perriman A, Leahy E, Semciw AI. The Effect of Open-Versus Closed-Kinetic-Chain Exercises on Anterior Tibial Laxity, Strength, and Function Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2018,48(7):552-566.

(收稿日期:2021-03-23; 修回日期:2021-05-24)

(责任编辑:刘玉巧)