

· 临床研究 ·

护膝对跑步过程中膝关节外翻幅度的影响

刘宸馨¹ 刘华¹ 荣湘江¹ 党子佳¹ 曹岩²¹首都体育学院研究生部, 北京 100191; ²宝力豪健身有限公司(朝阳区建外大街乙 12 号 LG 双子座大厦西塔三层), 北京 100000

通信作者: 曹岩, Email: christycao@powerhousegym.com.cn

【摘要】 目的 探索佩戴膝关节护具和不同种类的膝关节护具对普通男大学生膝关节外翻幅度的影响。**方法** 本研究选取首都体育学院 18~22 岁的男大学生 20 例, 使用三维红外摄像系统监测 20 例受试者佩戴两种不同款式的常用膝关节护具在相同跑步速度下的下肢膝关节外翻幅度。**结果** 佩戴膝关节护具可有效减少膝关节外翻幅度。佩戴膝关节护具 1, 膝关节外翻幅度与无防护措施相比左侧下降 6%、右侧下降 4%; 佩戴护具 2 后, 膝关节外翻幅度与无防护措施相比左侧下降 28%、右侧下降 26%。佩戴护具 2 和无防护措施下时进行对比, 两组组间出现统计学差异(左侧 $P=0.002<0.05$, 右侧 $P=0.011<0.05$)。受试者佩戴护具 2 膝关节外翻幅度与佩戴护具 1 相比分别左侧下降 23%、右侧下降 20%, 佩戴护具 1 和佩戴护具 2 时进行对比, 2 组组间差异有统计学意义(左侧 $P=0.018<0.05$, 右侧 $P=0.023<0.05$)。**结论** 佩戴适合的膝关节护具可有效防止出现动态膝关节外翻角度过大而导致的损伤。带有两侧硅胶支持带和髌骨缓冲垫片的膝关节护具可更好地防止膝关节外翻。

【关键词】 膝关节护具; 膝外翻; 运动捕捉**基金项目:** 北京市教育委员会科技计划一般项目(KM201910029003)**Funding:** General Project of Science and Technology Plan of Beijing Municipal Education Commission (KM201910029003)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.016

跑步过程中可出现异常的膝外翻动作模式^[1], 该动作模式为膝关节中心点在额状面上相对向身体中线内侧移动^[2], 膝外翻动作模式会导致膝关节前交叉韧带出现更高的损伤风险^[3]、改变下肢生物力线, 造成对应侧胫股关节软骨磨损和关节间隙变窄等退行性病变^[4]。有相关研究表明运动护具能有效防止运动损伤^[5], 且佩戴膝关节护具后膝关节的最大外展角度会显著减小^[6]。苏珊^[7]、刘青青^[8]、姚瑞祥等^[9]的研究分别表明了使用护膝的必要性以及用三维动态捕捉系统技术进行运动研究的先进性、实用性和不同类型膝关节护具的可探究性。本研究采用三维动态捕捉系统捕捉受试者在跑步过程中的膝外翻角度, 旨在探索佩戴膝关节护具和不同种类的膝关节护具对普通男大学生膝关节外翻幅度的影响。

对象与方法

一、研究对象

入选标准: ①男性志愿者, 年龄 20~22 岁, 身体健康无疼痛^[10]; ②右利者(杨雪捷^[11]、荣湘江^[12]的研究中发现右利侧的运动神经传导速度和肌肉系统更为发达且高于另一侧, 故本研究采用右利侧为受试者); ③身体质量指数在 19~24 kg/m²; ④习惯跑步时足跟先着地; ⑤签署知情同意书。

排除标准: ①试验开始前 6 个月有下肢损伤史; ②有影响自身运动的疾病; ③有 X 型腿、O 型腿、扁平足、高足弓。

纳入 2020 年 9 月 21 日至 25 日首都体育学院符合上述标准的大学生健康受试者 20 例, 平均身高(175.90±5.47)cm, 平均体重(69.40±7.13)kg, 平均身体质量指数(22.38±1.61)kg/m²,

平均脂肪率(18.07±5.11)%, 功能性运动测试平均得分(19.01±1.55)分。

二、测试方法

(一) 基本信息收集

测试在首都体育学院实验室内进行, 环境安静, 有适当的运动空间, 向受试者说明测试方法及意义, 收集基本信息, 包括姓名、性别、身高、体重、身体质量指数、脂肪率和功能性运动测试得分。

(二) 膝关节外翻角度测试

1. 试验器材及场地: 使用美国 Motion 三维红外摄像系统及其配套装置(8 台镜头)一套, 跑台一架, 膝关节护具两种。试验所用的膝关节护具为某公司生产的菱格多孔运动用护膝(护具 1)和运动用可调节垫片支撑护膝(护具 2), 试验时准备每种护具各 3 个尺码(M、L、XL), 方便受试者选择佩戴合适的护具。护具 1 为没有特殊缓冲装置和垫片的直筒护膝; 护具 2 在膝关节两侧有硅胶支持带、髌骨周围设计有缓冲垫片, 且护膝 2 上下有可自我调节的魔术扣绑带。

2. 试验过程: 受试者参与试验时穿着同一双跑鞋, 鞋子自身无厚跟和特殊的缓冲装置(以免对步态中关节角度产生影响)。遮蔽身上可能存在的反光点, 试验员专人按照 Plug-in-Gait 体表标记点位置要求, 共在受试者身上粘贴 10 个反光标识点。粘贴位置为左右大转子、左右股骨外侧髁、左右股骨内侧髁、左右外踝尖及左右内踝尖。

经过跑者等级标准的查询, 马拉松爱好者等级标准中 29 岁以下组男性三级全马配速需达到 10 km/h, 精英跑者需达

18.51 km/h,因受试者均未达到精英跑者等级,试验时所用的跑步速度设定为 10 km/h。

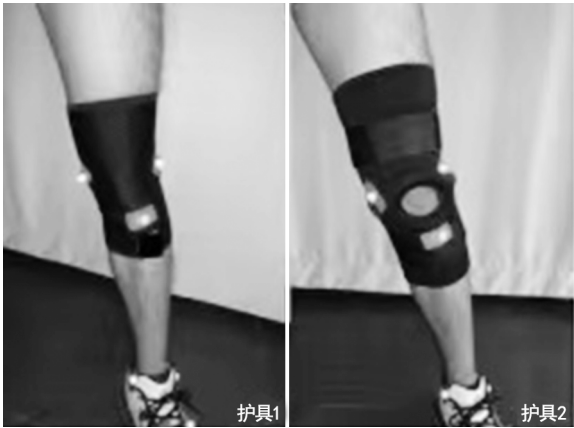


图 1 试验所用膝关节护具

3.试验流程:①受试者热身 5 min 后更换紧身无反光标识的短裤,由试验员专人粘贴反光标识点;②上跑台后,受试者先试跑,熟悉操作;③提速至 10 km/h,试验员在受试者匀速跑动后开始摄像(采集频率为 200 Hz),摄像时长 30 s;④受试者结束试验,下跑台后更换护具 1 再次上跑台完成步骤③;⑤受试者结束试验,下跑台后更换护具 2 再次上跑台完成步骤③。为避免受试者在跑步中产生疲劳影响试验,受试者在 3 次干预测试的间隔调整休息 10 min,同时更换护具。

4.试验指标定义:①三维空间定义——X 轴(矢状轴)正方向为受试者面朝方向,Y 轴(冠状轴)正方向为受试者左侧,Z 轴(垂直轴)正方向为受试者站立头部指向;XY 轴形成的面为跑台平面(水平面),XZ 轴形成的面为矢状面,YZ 轴形成的面为冠状面;②膝关节外翻角度定义——受试者双侧大转子点、股骨外侧髁点和外踝尖在三维空间内相对于 YZ 平面中与 Z 轴的夹角。

三、观测指标

1.膝关节外翻幅度:在步态周期中支撑期膝关节外翻最大峰值角度减去膝关节外翻最小峰值角度。

2.膝关节外翻幅度下降率:受试者各项试验膝关节外翻幅度下降率的计算公式如下。

无防护-护具 1 膝关节外翻幅度下降率=(无防护膝关节外翻幅度-佩戴护具 1 膝关节外翻幅度)/无防护膝关节外翻幅度×100%;

护具 1-护具 2 膝关节外翻幅度下降率=(佩戴护具 1 膝关节外翻幅度-佩戴护具 2 膝关节外翻幅度)/佩戴护具 1 膝关节外翻幅度×100%;

护具 2-无防护膝关节外翻幅度下降率=(佩戴护具 2 膝关节外翻幅度-无防护膝关节外翻幅度)/佩戴护具 2 膝关节外翻幅度×100%。

四、统计学方法

使用 SPSS 统计分析软件分析处理数据,对摄录数据进行平滑处理(截断频率 8 Hz),整理标识点的坐标,计量资料用($\bar{x}\pm s$)表示;找到 20 例受试者 3 次干预测试中的步态周期(从一侧足跟第 1 次接触跑台到该侧足跟再次接触跑台)所对应的时刻,从整理好的坐标中选取每例受试者连续的左侧和右侧下

肢各 10 个步态周期,对步态周期中的膝关节外翻角度结果进行正态分布检验,发现数据均符合正态分布,故采用配对样本 *t* 检验的方法进行差异性分析。*P*<0.05 认为差异有统计学意义。

结 果

一、佩戴护具对膝关节外翻幅度影响

无防护措施时与佩戴护具 1 时比较,组间差异无统计学意义(*P*>0.05);佩戴护具 1 与佩戴护具 2 时比较,组间差异有统计学意义(左侧 *P*=0.018,右侧 *P*=0.023;*P*<0.05);佩戴护具 2 与无防护措施时比较,组间差异有统计学意义(左侧 *P*=0.002,右侧 *P*=0.011;*P*<0.05)。详见表 1。

表 1 有无佩戴护具时膝关节外翻幅度的变化(°, $\bar{x}\pm s$)

侧别	无防护措施	佩戴护具 1	佩戴护具 2
左侧	5.52±2.09	4.90±1.47 ^a	3.71±1.63 ^b
右侧	5.09±1.67	4.72±1.51 ^a	3.61±1.75 ^b

注:与同侧别佩戴护具 2 时比较,^a*P*<0.05;与同侧别无防护措施时比较,^b*P*<0.05

二、佩戴护具前后膝关节外翻幅度下降率的变化

受试者佩戴膝关节护具 1 后的膝关节外翻幅度与无防护措施时相比,左侧下降 6%,右侧下降 4%;受试者佩戴护具 2 后的膝关节外翻幅度与无防护措施时相比,左侧下降 28%,右侧下降 26%;受试者佩戴护具 2 后的膝关节外翻幅度与佩戴护具 1 时相比,左侧下降 23%、右侧下降 20%。详见表 2。

表 2 佩戴护具后膝外翻幅度下降率

侧别	无防护-护具 1	护具 1-护具 2	护具 2-无防护
左侧	6%	23%	28%
右侧	4%	20%	26%

讨 论

相关研究表明^[13],合理使用膝关节护具能提高膝关节在运动时的稳固性,增加关节周围的本体感觉引导股四头肌收缩,可以达到降低错误运动姿势的目的。

本研究结果表明,佩戴护具对受试对象的膝外翻幅度具有显著影响,其中无防护措施时与佩戴护具 1 时对比,组间差异无统计学意义(*P*>0.05);佩戴护具 1 与佩戴护具 2 时对比,组间差异有统计学意义(左侧 *P*=0.018,右侧 *P*=0.023;*P*<0.05);佩戴护具 2 与无防护措施时对比,组间差异亦有统计学意义(左侧 *P*=0.002,右侧 *P*=0.011;*P*<0.05),说明护具 2 对受试对象的膝外翻幅度的影响效果更为明显,护具 2 在防止膝外翻幅度的功能方面较护具 1 更强。佩戴护具后的膝外翻幅度下降率亦显示护具 2 在防止膝关节外翻的功能方面更强,这可能是因两侧的硅胶支持带和髌骨周围的硅胶垫片对受试者膝关节的本体感觉产生影响,导致股外侧肌和股内侧肌配合更加协调。

本研究中,还观察到受试者下肢左右侧的膝关节外翻角度差异无统计学意义(*P*>0.05),但观测到右侧腿的膝关节外翻角度均较左侧腿小,提示参与跑步运动的人群增加下肢协调性和

肌力训练能减少运动损伤的发生。观测到的右侧腿佩戴这两种护具后的膝关节外翻角度下降率均小于左侧腿,可能与右侧腿的协调性和神经肌肉系统较左侧腿更发达,从而受到外界环境影响较小有关。

综上所述,运动爱好者通过佩戴适合的膝关节护具,可防止出现动态膝关节外翻角度过大而导致的损伤;佩戴膝关节护具可明显改善跑步运动中动态膝关节外翻情况,带有硅胶支持和髌骨缓冲垫片的膝关节护具较简易直筒的膝关节护具有更优异的效果。

参 考 文 献

- [1] 解雷.髌外展肌力训练对动态膝外翻者膝关节三维运动影响的研究[D].成都体育学院,2018.
- [2] 徐海.髌外展肌力训练对大学生动态膝外翻者下肢稳定性及平衡功能的影响[D].成都体育学院,2019.
- [3] Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study[J]. Am J Sports Med, 2005, 33 (4): 492-501. DOI: 10. 1177/0363546504269591.
- [4] 马军,牛东生,孙玺淳,等.个体化的软组织平衡技术在膝外翻全膝关节置换术中的应用[J/CD].中华关节外科杂志(电子版),2012,6(5):695-701.
- [5] 郭健,殷学锋.高校篮球运动员膝关节损伤的生理因素研究——以河北省高校为例[J].长江大学学报(自然科学版),2012,9(12):

157-159.

- [6] Siebers HL, Eschweiler J, Pinz J, et al. The effect of a knee brace in dynamic motion-An instrumented gait analysis[J]. PLoS One, 2020, 15(9):e0238722. DOI:10.1371/journal.pone.0238722.
- [7] 苏珊,李艳梅.户外运动人群对功能护膝需求的调查研究[J].纺织导报,2020,38(4):73-75. DOI:10.16481/j.cnki.ctl.2020.04.017.
- [8] 刘青青,阎玉秀.基于三维运动捕捉的篮球护膝防护性能研究[J].现代纺织技术,2019,27(2):53-58. DOI: 10. 19398/j. att. 201709028.
- [9] 姚瑞祥,王燕珍.行走和慢跑状态下护膝的防护效果[J].纺织学报,2015,36(6):106-111. DOI:10.13475/j.fzxb.20140403206.
- [10] 杨宸灏,杨洋,张希妮,等.不同极简指数跑鞋对髌股关节受力特征的影响[J].体育学刊,2020,27(1):132-138.
- [11] 杨雪捷,李巍,吴业锋,等.利手运动习惯因素对前交叉韧带损伤及康复影响研究[J].双足与保健,2019,28(19):51-53. DOI: 10. 19589/j.cnki.issn1004-6569.2019.19.051.
- [12] 荣湘江,张立荣,李洋,等.女大学生健身快走对膝关节本体感觉的影响[J].当代体育科技,2017,7(6):66-67. DOI:10.16655/j.cnki.2095-2813.2017.06.066.
- [13] Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players[J]. Med Sci Sports Exerc, 2003, 35 (10): 1745-1750. DOI: 10. 1249/01. MSS. 0000089346.85744.D9.

(修回日期:2022-01-12)

(本文编辑:汪 玲)

· 外刊文献题录 ·

PRP 与肩袖损伤(一)

- [1] Sari A, Eroglu A. Comparison of ultrasound-guided platelet-rich plasma, prolotherapy, and corticosteroid injections in rotator cuff lesions. J Back Musculoskelet Rehabil, 2020,33(3):387-396.
- [2] Kwong CA, Woodmass JM, Gusnowski EM, et al. Platelet-rich plasma in patients with partial-thickness rotator cuff tears or tendinopathy leads to significantly improved short-term pain relief and function compared with corticosteroid injection;a double-blind randomized controlled trial.Arthroscopy, 2021,37(2):510-517.
- [3] Cai YU, Sun Z, Liao B, et al. Sodium hyaluronate and platelet-rich plasma for partial-thickness rotator cuff tears. Med Sci Sports Exerc, 2019,51(2):227-233.
- [4] Jo CH, Lee SY, Yoon KS, et al. Allogeneic platelet-rich plasma versus corticosteroid injection for the treatment of rotator cuff disease: a randomized controlled trial. J Bone Joint Surg Am, 2020,102(24):2129-2137.
- [5] Chen X, Jones IA, Togashi R, et al. Use of platelet-rich plasma for the improvement of pain and function in rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis with bias assessment. Am J Sports Med, 2020,48(8):2028-2041.
- [6] A Hamid MS, Sazlina SG. Platelet-rich plasma for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis. PLoS One, 2021,16(5):e251111.
- [7] Ryan J, Imbergamo C, Sudah S, et al. Platelet-rich product supplementation in rotator cuff repair reduces retear rates and improves clinical outcomes: a meta-analysis of randomized controlled trials. Arthroscopy, 2021,37(8):2608-2624.
- [8] Wang C, Xu M, Guo W, et al. Clinical efficacy and safety of platelet-rich plasma in arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: a meta-analysis. PLoS One, 2019,14(7):e220392.
- [9] Sheean AJ. Editorial Commentary: Platelet-rich plasma has advantages over corticosteroid for nonoperative treatment of rotator cuff pathology: another step in the right direction. Arthroscopy, 2021,37(2):518-520.
- [10] Xue Y, Lu T, Xu Y, et al. The efficacy of platelet-rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a protocol of randomized controlled trial. Medicine (Baltimore), 2020, 99 (49): e23232.