

## 论 著

(临床研究)

## 臀中肌肌力训练在预防训练伤中的作用研究

唐 翌, 王 洋, 张 宇, 郑超文, 李冠政, 林伟东, 李 岩, 李 成, 江 辉

**【摘要】 目的** 通过研究臀中肌训练对臀中肌肌肉力量的具体影响,探讨臀中肌训练在军事训练伤中的预防作用。

**方法** 选择 2020 年 9 月至 2021 年 4 月在东部战区总医院体检就诊的入伍新兵 200 例进行双盲随机研究,所有受试者不存在明显的肌肉骨骼损伤,按简单随机数字表法划分为臀中肌训练组(在常规训练上增加臀中肌训练)和常规训练组(仅接受入伍常规训练),每组 100 例,分别记录 2 组士兵臀中肌峰力矩、臀中肌爆发力/力矩加速能、臀中肌总做功量、臀中肌横截面积以及累计训练损伤人次,再进行组间比较。 **结果** 训练 6 个月之后,臀中肌训练组在臀中肌峰力矩[(68.0±6.7) N·m *vs* (57.7±5.5) N·m]、臀中肌爆发力[(63.3±5.9) J *vs* (53.7±6.2) J]、臀中肌总做功量[(139.7±6.7) J *vs* (121.7±7.5) J]、臀中肌横截面积[(2612.5±105.4) mm<sup>2</sup> *vs* (2373.4±89.5) mm<sup>2</sup>]和累计训练伤人次(53 次 *vs* 87 次)上更优于常规训练组(*P*<0.05)。

**结论** 臀中肌训练可以提升新兵在基础训练过程中的臀中肌峰力矩、爆发力、总做功量和肌肉横截面积,通过提高士兵动态运动过程中身体的稳定性,从而有效减小军事训练伤发生率,改善士兵训练技巧,维护祖国军事武装力量建设。

**【关键词】** 臀中肌;肌力训练;预防;训练伤**【中图分类号】** R684**【文献标志码】** A**【文章编号】** 1672-271X(2023)01-0018-05**【DOI】** 10.3969/j.issn.1672-271X.2023.01.004

## Study on the effect of gluteus medius muscle strength training in preventing training injury

TANG Zhao, WANG Yang, ZHANG Yu, ZHENG Chaowen, LI Guanzheng, LIN Weidong, LI Yan, LI Cheng, JIANG Hui

(Department of Orthopedics, General Hospital of Eastern Theater Command, PLA, Nanjing 210002, Jiangsu, China)

**【Abstract】 Objective** To explore the preventative effect of gluteus medius training in military training injuries by clarifying the specific effect of gluteus medius training on the function of muscle groups around the hip joint. **Methods** In this study, 200 subjects who visited the General Hospital of Eastern war zone between September 2020 and April 2021 were recruited. All subjects had no obvious musculoskeletal injuries and were further separated into the experimental group, whom received additional training of the gluteus medius muscle, and the control group, whom only received routine training, respectively. Then, the subjects underwent random allocation. We measured, analyzed, and compared the gluteus medius muscle's peak torque, torque acceleration energy, total work performed, the cross-sectional area of the muscle, and the cumulative number of training injuries between the two groups. **Results** After training for six months, the experimental group had significant improvements in the peak torque [(68.0±6.7) N·m *vs* (57.7±5.5) N·m] of the gluteus medius, torque acceleration energy [(63.3±5.9) J *vs* (53.7±6.2) J] of the gluteus medius, the total work performed by gluteus medius [(139.7±6.7) J *vs* (121.7±7.5) J], the cross-sectional area [(2612.5±105.4) mm<sup>2</sup> *vs* (2373.4±89.5) mm<sup>2</sup>] of the gluteus medius, and the cumulative number of training injuries (53 times *vs* 87 times) than the control group (*P*<0.05). **Conclusion** Gluteus medius training can improve recruits' peak torque, torque acceleration energy, total work, and the cross-sectional area of the gluteus medius during the basic training period, which can effectively reduce the incidence of military training injuries, improve soldiers' technical ability, and improve national military strength by improving the stability of the soldiers' physical state during dynamic movements.

**基金项目:**解放军联勤保障部队军事训练伤防治研究项目 (20XLS18)

**作者单位:** 210002 南京,东部战区总医院骨科(唐 翌、王 洋、张 宇、郑超文、李冠政、林伟东、李 岩、李 成、江 辉)

**通信作者:** 江 辉, E-mail: jianghui16663@163.com

**【Key words】** gluteus medius; muscle strength training; prevention; training injuries

0 引 言

军事训练是国家武装力量建设和战前准备工作的重要部分。军事训练强度大,科目繁多,容易发生损伤,国内军事训练伤在不同兵种之间的患病率约为 10%~20%<sup>[1]</sup>。而新兵由于身体和心理素质较弱,更容易在训练中发生损伤<sup>[2]</sup>。多项研究统计这一比率为 21.04%,多则可达 60.7%,距《军事训练伤健康保护规定》所要求的年损伤率 8%尚有改善空间<sup>[3]</sup>。训练损伤不仅造成非战争模式下军队人员的减少,士兵流向后勤保障卫生部门,还增加军队医药支出<sup>[4]</sup>,阻碍了国家军事力量的建设。据统计,军事训练中最常发生损伤的部位为踝关节、膝关节和腰部<sup>[5]</sup>,而负重和跑步等体能训练是最容易发生损伤的项目<sup>[6]</sup>。臀中肌作为髋关节的外展和外旋肌,在下肢动态运动中承担了稳定骨盆和控制股骨运动的作用<sup>[7]</sup>。在临床上,臀中肌的功能障碍与许多肌肉骨骼疾病有关,包括腰痛、髋股疼痛综合征和许多其他下肢损伤。已经有许多研究表明,下肢本体感觉神经肌肉训练是减少军事训练损伤的推荐应用<sup>[8]</sup>,但暂时还没有针对臀中肌训练预防军事训练伤的研究。由于臀中肌在下肢平衡和力线当中充当重要作用,本研究将通过探讨臀中肌训练对于军事训练损伤的预防作用,从而探讨军事训练损伤防治的合适方法,维护士兵健康,保存战斗力。

1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2020 年 9 月至 2021 年 4 月在东部战区总医院体检就诊的入伍新兵 200 例。纳入标准:①17~20 周岁的男性;②健康并且体能良好;③半年之内每周达到 5 次持续半个小时以上的体育活动。排除标准:①神经具有损伤的患者;②不能按时完成训练内容者;③骨肿瘤患者;④本体感觉与平衡功能障碍者。简单随机数字表法分为臀中肌训练组(接受额外的臀中肌训练)100 例和常规训练组(仅接受入伍常规训练)100 例。2 组基础资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。本研究经医院伦理委员会批准(批准号:2020DZGKZR-026),所有受试者均签署知情同意书。

表 1 入组新兵基础资料比较( $\bar{x}\pm s$ )

项目	常规训练组 ( $n=100$ )	臀中肌训练组 ( $n=100$ )
年龄(岁)	18.8 $\pm$ 0.7	18.8 $\pm$ 0.8
身高(cm)	173.0 $\pm$ 5.4	174.5 $\pm$ 5.6
体重(kg)	72.8 $\pm$ 7.2	72.4 $\pm$ 7.2
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	24.4 $\pm$ 2.6	23.8 $\pm$ 2.3

**1.2 方法** 常规训练组新兵接受入伍常规训练,进行队列训练、军事技能训练、体能训练等。臀中肌训练组:额外接受运肌力训练,每组动作在身体两侧分别或同时重复 15~20 次,每天重复 3~4 组,每周至少训练 5 d,共训练 6 个月。①单脚直立侧展腿:每个受试者脱鞋站立,使用每一侧腿做同侧侧展腿动作。使每次侧展腿的角度约为 60 度。侧展腿时双脚脚趾向正前方,负重侧腿伸直,双手扶前方单杠保持平衡。②侧卧髋外展:每个受试者脱鞋侧卧于平面,使用每一侧腿做同侧髋外展动作。使每次髋外展度角度约为 60 度。髋外展时双脚脚趾向正前方,双手扶平面保持身体稳定。③坐姿器械分腿:每个受试者坐于分腿器椅面上(高度为 50 cm),膝关节外侧紧贴挡板,双脚踏在器械踏板上,双手采用对握闭合式握法握实器械把手,双侧大腿同时向外做分腿动作。使每次每侧髋外展角度约为 60 度。向外时臀中肌充分收缩,向内时还原配重片不相撞。受试者保持骨盆的中立位,躯干维持稳定避免倾斜,下颌微收,背部紧贴靠椅,双眼平视前方,从身体的侧面进行观察耳肩髋需要保持一条直线。④跪姿髋外展:每个受试者在瑜伽垫上采取跪位,保持双大腿以及手臂和垫子呈 90 度,然后将一侧腿向外打开。使每次髋外展的角度约为 60 度。向外打开腿时负重腿向前方,双手扶前方单杠保持平衡,身体保持平衡。

1.3 观察指标

**1.3.1 等速肌力测试** 分别在训练前和训练后 1 个月、3 个月、6 个月,采用 Biodex System 3 型多关节等速系统对臀中肌进行测验,并用 Biodex Advantage 软件将全部的臀中肌肌肉力量测试数据进行分析。具体方法:将髋关节的旋转轴与动力头轴心对齐并确定髋关节活动范围,同时还将收集臀中肌的峰力矩、爆发力和总做功量指标进行数据分析<sup>[9]</sup>。峰力矩是

指肌肉在一次做功中力矩产生的最大值,通过峰力矩可以表明受试者的肌肉力量,单位  $\text{N} \cdot \text{m}$ 。力矩加速能是指肌肉在最短时间收缩时产生的最大力量,可以展现收缩速度,单位  $\text{W}$ 。总做功量指肌肉在运动过程中克服内外阻力做功,转化为动能,用于衡量训练总量,单位  $\text{J}$ 。

**1.3.2 用 MRI 检查测定臀中肌横截面积** 肌肉横截面积是指从垂直方向横切特定的肌肉,所获得的全部肌纤维横断面积,与肌肉力量和肌纤维数量呈正向关系,单位  $\text{mm}^2$ 。测定臀中肌横截面积采用 MRI 检查,根据国际标准,使用 1.5T MRI 扫描仪 (Signa HDxt, GE MEDICAL SYSTEMS, USA) 对受试者进行平扫。受试者在仰卧位下进行检查。扫描的区域从双侧髂前上棘延伸至双侧股骨中段。检查中全部双髋关节 MRI 平扫图像共 200 份,并且都运用 DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 格式进行数据保存并刻录为 DVD。见图 1。臀中肌的面积及宽度、厚度:在大转子显露最完整、显露面积最大的层面上,以臀中肌与大转子外侧缘交点为起点,臀中肌与髂嵴交点为止点,作一条线段。在 CT 横断面上选取此线段中点所在的水平面,在该面上确定臀中肌的轮廓 (蓝色边框),并计算轮廓内的面积<sup>[10]</sup>,更详细的测量方法见参考文献[10]。

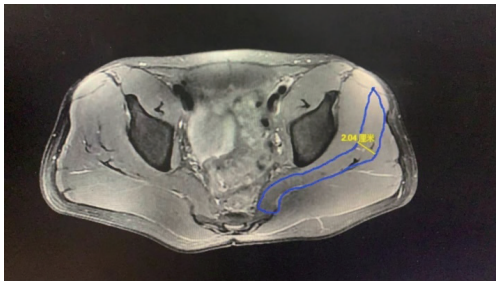


图 1 双髋关节 MRI 平扫横断面图像

**1.3.3 用问卷调查训练相关情况** 分别在训练前和训练后 1 个月、3 个月、6 个月,采用调查问卷量表调查受试者的累计训练次数。

**1.4 统计学分析** 采用 SPSS 18.0 统计软件。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验。计数资料进行  $\chi^2$  检验,运用 Fisher 精确检测分类变量。以  $P \leq 0.05$  为差异具有统计学意义。

2 结 果

**2.1 臀中肌峰力矩** 2 组训练前臀中肌峰力矩比较差异无统计学意义 ( $P < 0.05$ ),而在训练后臀中肌训练组臀中肌峰力矩值较常规训练组更高 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.2 臀中肌力矩加速能** 2 组训练前臀中肌力矩加速能比较差异无统计学意义 ( $P < 0.05$ ),而在训练后臀中肌训练组力矩加速能较常规训练组更高 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.3 臀中肌总做功量** 2 组训练前臀中肌总做功量比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),而在训练后臀中肌训练组臀中肌总做功量较常规训练组更高 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.4 臀中肌横截面积** 2 组训练前臀中肌横截面积比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),而在训练后臀中肌训练组臀中肌横截面积较常规训练组更高 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.5 训练伤累计次数** 2 组训练前训练伤累计次数比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),而在训练后臀中肌训练组训练伤累计次数较常规训练组更低 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 入组新兵训练指标比较

指标	臀中肌训练组 ( $n = 100$ )	常规训练组 ( $n = 100$ )	$P$ 值
峰力矩 ( $\bar{x} \pm s, \text{N} \cdot \text{m}$ )			
训练前	44.6 $\pm$ 4.6	43.3 $\pm$ 6.0	0.521
训练后 1 个月	52.0 $\pm$ 7.4	47.6 $\pm$ 6.4	0.091
训练后 3 个月	61.5 $\pm$ 6.3	54.1 $\pm$ 5.0	0.001
训练后 6 个月	68.0 $\pm$ 6.7	57.7 $\pm$ 5.5	0.000
爆发力/力矩加速能 ( $\bar{x} \pm s, \text{J}$ )			
训练前	41.1 $\pm$ 3.7	40.0 $\pm$ 6.0	0.524
训练后 1 个月	48.1 $\pm$ 7.3	44.0 $\pm$ 5.9	0.092
训练后 3 个月	57.3 $\pm$ 6.8	48.9 $\pm$ 5.1	0.001
训练后 6 个月	63.3 $\pm$ 5.9	53.7 $\pm$ 6.2	0.000
总做功量 ( $\bar{x} \pm s, \text{J}$ )			
训练前	97.8 $\pm$ 10.7	97.0 $\pm$ 10.8	0.828
训练后 1 个月	115.4 $\pm$ 9.6	108.0 $\pm$ 10.2	0.050
训练后 3 个月	130.1 $\pm$ 6.9	120.1 $\pm$ 9.6	0.003
训练后 6 个月	139.7 $\pm$ 6.7	121.7 $\pm$ 7.5	0.000
横截面积 ( $\bar{x} \pm s, \text{mm}^2$ )			
训练前	2059.8 $\pm$ 90.6	2037.1 $\pm$ 84.4	0.484
训练后 1 个月	2278.7 $\pm$ 113.0	2149.5 $\pm$ 99.4	0.002
训练后 3 个月	2446.5 $\pm$ 111.4	2252.7 $\pm$ 95.0	0.000
训练后 6 个月	2612.5 $\pm$ 105.4	2373.4 $\pm$ 89.5	0.000
受伤次数 (次)			
训练前	0	0	/
训练后 1 个月	13	20	0.638
训练后 3 个月	40	47	0.724
训练后 6 个月	53	87	0.033



### 3 讨 论

虽然许多关于运动训练的研究中都提倡加强臀中肌<sup>[11]</sup>,但实际上很少有研究针对臀中肌加强训练对于运动表现、受伤风险和疼痛减轻的益处,大量的研究针对运动损伤的综合防治。并且,专门的神经肌肉训练没有细化成具体的运动方案,大多数神经肌肉训练针对于特定的竞技运动,不具有普适性,也无法针对特定肌肉进行加强。在军事训练伤的防治领域中,目前尚无臀中肌训练的相关研究进展<sup>[12]</sup>。

本研究表明,臀中肌肌力训练能够有效预防军事训练伤。研究结果显示,臀中肌训练组的峰力矩、爆发力和总做功量比常规训练组提高的速率和幅度更快,并且提升幅度高度同步。在训练 6 个月时,臀中肌训练组的峰力矩、爆发力和总做功量对比自身基线水平,分别提高了 52.5%、54.0% 和 42.8%,对比常规训练组,分别提升了 17.9%、17.9% 和 14.8%。在训练 6 个月后,臀中肌训练组最终达到了有效减少训练伤累计人次的效果(与常规训练组相比降低 39.0%)。这表明,臀中肌训练可以有效提升人体髋关节外展时的最大力矩输出,即最大肌肉力量,以及爆发力和总做功量。通过结果讨论臀中肌训练预防训练伤的作用原理,发现在动态运动过程中,臀中肌可以通过冠状面的重心转移,提升髋部的稳定性。尤其是在人体触地过程中,臀中肌爆发力的增强可以提升触地稳定性,加强髋策略,在人体平衡被破坏时,减少膝关节、脊柱、踝关节的代偿,降低其发生损伤的可能<sup>[6]</sup>。在长期的运动过程中,通过臀中肌肌肉力量的加强,能够减少其他关节或肌肉长期代偿导致的步态变化,如 Trendelenburg 步态,从而减少长期运动过程中的损伤<sup>[13]</sup>。但是,臀中肌横截面积的增长幅度却并未与其他几项保持一致。臀中肌横截面积在 6 个月的训练后,对比自身基线水平仅提升了 26.8%,对比常规训练组仅提高了 10.1%,最终臀中肌横截面积达到了 26.12 cm<sup>2</sup>。这一结果,相较于其他研究中的基线值 22.21 cm<sup>2</sup>,提高了 3.91 cm<sup>2</sup><sup>[14]</sup>。然而, Niinimäki 等<sup>[15]</sup>曾在研究中证明臀大肌的横截面积根据习惯性运动负荷而变化,因此笔者推测,臀中肌横截面积的增长幅度并未与其他几项保持同步,其原因可能是士兵受训负荷使臀中肌处于中等

激活和负荷水平。据 Aagaard 等<sup>[16]</sup>在 2001 年的研究表明,骨骼肌横截面积的变化,40%由肌力改变引起,其余 60%主要由神经系统改变引起。因此,臀中肌横截面积的增长幅度相比其他几项较小的现象有其合理性。研究结果还显示,臀中肌训练组的军事训练损伤次数明显减少,其累计受伤人次在训练 6 个月后比常规训练组减少了 39.1%。这一结果,相对于其他研究者所作的综合干预措施,高出约 10%<sup>[17-18]</sup>。一方面,可能是由于受试者臀中肌的肌力显著增强,使得受试者身体灵活性增加。另一方面,可能是由于适宜的训练量和肌肉激活程度。一些研究表明,过大的肌肉激活程度可能会增加运动损伤率<sup>[19]</sup>。而对于新兵来说,承受过大的训练负荷,肌肉激活度不足或过大,则容易发生损伤<sup>[20-21]</sup>。本研究通过中等臀中肌激活程度的训练,验证了相同的结果。另一些研究则得出不同的结论。Henriksen 等<sup>[22]</sup>通过研究发现,臀中肌的力矩下降对于活动功能的影响并不明显。不过,此结论存在争议性。因为,其研究中并未对受试者的整体功能做出综合判定,并且忽略了身体其他部位的代偿,以及因身体和心理原因造成自我参与受限的因素。

本研究首次探讨了臀中肌训练对于军事训练损伤的预防作用。相比于其他神经肌肉训练计划,本研究将抽象的训练要点落实成具体方案,细化相关量化指标,从臀中肌的动力学方面、肌肉的形态学方面,增加了测量维度,明确了臀中肌训练的具体增长指标。训练损伤率较高的特种部队可以在有依据的情况下使用方案,有效预防军事训练损伤。这对于维护官兵健康、保存战斗力、减少非战斗减员具有积极意义。

本研究建议将髋关节强化纳入运动损伤预防计划,尤其是针对性的臀中肌训练。通过更多地使用髋关节,可以减少其他关节的机械负荷,在动态运动当中提供更多的稳定性,从而预防运动损伤<sup>[23]</sup>。例如,在跳跃着陆动作中达到更大的髋关节外展角度和力量。目前,军队训练,尤其是基层部队,总体缺乏针对性的提升计划。对于基层部队,或更高级的军队,其有理由通过针对性的臀中肌训练来减少其训练损伤率,尤其是在突击考核前、训练高峰期或新兵训练后半个月到一个月的时间<sup>[3]</sup>。

本研究也存在一定的局限性,即研究对象仅为男性。由于女性的大腿和小腿之间拥有更大的

角度,下肢协同性较男性弱,可能需要针对性地设计不同的训练内容,以求髋部功能的加强。

该领域还可以通过进一步研究来确定阶段性的臀中肌训练对于军事训练伤的预防作用,研究者可以根据特定的臀中肌肌束部位和激活程度,设置循序渐进的训练难度和训练目标。通过长期的观察,研究新兵通过臀中肌训练取得最大化收益的方案。另外,本研究的受试者为年轻的新兵,下一步还须针对其他年龄段的士兵进行臀中肌训练,并考虑其训练损伤因素,全方位地预防军事训练对士兵造成伤害,维护士兵健康、保存战斗力、减少非战斗减员。

#### 【参考文献】

- [1] 王太武,艾乐乐,张琪,等. 东南沿海部队训练伤发生的影响因素和损伤特征分析[J]. 第三军医大学学报, 2018, 40(19): 1723-1728.
- [2] 陈乐如,王太武,韩一芳,等. 国内军事训练伤研究领域的文献计量学分析[J]. 东南国防医药, 2020, 22(2): 113-117.
- [3] 吴进,李春宝,黄鹏,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(12): 1236-1239, 1246.
- [4] 雒广渭,李逸凡,张伟,等. 某军校新入学学员军事训练伤调查及预防策略的研究[J]. 东南国防医药, 2018, 20(2): 214-217.
- [5] 高澍,吴立红,陈志刚,等. 功能性动作筛查与特勤人员军事训练伤的风险相关[J]. 东南国防医药, 2021, 23(1): 96-98.
- [6] Semciw A, Neate R, Pizzari T. Running related gluteus medius function in health and injury: a systematic review with meta-analysis[J]. *J Electromyogr Kines*, 2016, 30(10): 98-110.
- [7] 王志刚,安辉,邵明华,等. 美军军事训练伤预防研究及启示[J]. 人民军医, 2019, 62(7): 617-621.
- [8] 戚少华,林瑜玮,吴一鸣,等. 早期持续髋周肌抗阻训练对全髋关节置换术后功能的影响[J]. 老年医学与保健, 2017, 23(3): 152-154.
- [9] 王汀. 不同全髋关节置换术微创入路中髋周围重要肌群损伤实验研究[D]. 重庆:重庆医科大学, 2019.
- [10] 陈立新. 从“筋骨”关系探究中青年 DDH 患者臀中肌的形态改变[D]. 广东:广州中医药大学, 2020.
- [11] Bussey MD, Kennedy JE, Kennedy G. Gluteus medius coactivation response in field hockey players with and without low back pain[J]. *Phys Ther Sport*, 2016, 17(1): 24-29.
- [12] 王超,韩雪,张海湃,等. 臀中肌综合征的诊疗研究进展[J]. 中国疗养医学, 2022, 31(9): 933.
- [13] 王鑫,白倩,郑桥桥,等. 股骨粗隆间骨折 PFNA 内固定术后康复早期臀中肌针对性训练的意义[J]. 中国疗养医学, 2021, 30(3): 225-228.
- [14] Sañudo B, Sánchez-Hernández J, Bernardo-Filho M, et al. Integrative neuromuscular training in young athletes, injury prevention, and performance optimization: A systematic review[J]. *Appl Sci-Basel*, 2019, 9(18): 3839.
- [15] Niinimäki S, Härkönen L, Nikander R, et al. The cross-sectional area of the gluteus maximus muscle varies according to habitual exercise loading: Implications for activity-related and evolutionary studies[J]. *Homo*, 2016, 67(2): 125-137.
- [16] Aagaard P, Andersen J L, Dyhre-Poulsen P, et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture[J]. *J Physiol*, 2001, 534(2): 613-623.
- [17] Foss K D B, Thomas S, Khoury JC, et al. A school-based neuromuscular training program and sport-related injury incidence: a prospective randomized controlled clinical trial[J]. *J Athl Train*, 2018, 53(1): 20-28.
- [18] Ebert JR, Edwards PK, Fick DP, et al. A systematic review of rehabilitation exercises to progressively load the gluteus medius[J]. *J Sport Rehabil*, 2017, 26(5): 418-436.
- [19] Zadeh A, Taylor D, Bertso M, et al. Predicting sports injuries with wearable technology and data analysis[J]. *Inform Syst Front*, 2021, 23(4): 1023-1037.
- [20] Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention[J]. *Sports Health*, 2013, 5(6): 514-522.
- [21] 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.
- [22] Henriksen M, Aaboe J, Simonsen EB, et al. Experimentally reduced hip abductor function during walking: implications for knee joint loads[J]. *J Biomech*, 2009, 42(9): 1236-1240.
- [23] 曹海杰,刘杰,杨丰,等. 髋关节强化训练对脑卒中患者动态姿势稳定性的影响[J]. 东南国防医药, 2020, 22(4): 362-366.

(收稿日期:2022-11-25; 修回日期:2022-12-21)

(责任编辑:叶华珍; 英文编辑:朱一超)