



振动杆训练对射箭运动员固势-撒放阶段肩关节稳定性的影响

肖才坤¹, 叶广雄², 廖开放¹

摘要:目的:探讨振动杆训练对射箭运动员固势-撒放阶段稳定性的影响。方法:以26名射箭运动员为研究对象,随机分为实验组(振动杆)和对照组,每组13名。对照组只进行常规射箭力量训练,实验组在常规射箭力量训练的基础上再进行振动杆训练(每次训练30 min,每周3次,共8周),所有运动员在训练前及训练8周后分别测试积分肌电值(iEMG)、12支箭固势-撒放时间、黄心命中率等指标,并进行比较。结果:训练8周后,仅实验组射箭运动员双侧肩关节的前锯肌、上斜方肌、中斜方肌、下斜方肌、菱形肌和肩胛下肌的iEMG、固势-撒放时间、黄心命中率,较训练前有显著性差异($P<0.05$)。组间比较时,实验组双侧肩关节的前锯肌、上斜方肌、中斜方肌、下斜方肌、菱形肌和肩胛下肌的iEMG和肌肉活性、固势-撒放时间、黄心命中率,与对照组比较均具有显著性差异($P<0.05$)。结论:振动杆练习能显著提高肩胛骨主要稳定肌的激活水平,缩短固势-撒放时间以及提高黄心命中率,可作为射箭运动员体能训练的一种有效辅助手段。

关键词:射箭运动员;振动杆训练;肌肉活性;固势-撒放时间;黄心命中率

中图分类号:G808.1 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2018)04-0077-06
DOI:10.12064/ssr.20180413

Effects of FLEXI-BAR[®] Training on the Archer's Shoulder Stability from Fixing Position to Releasing

XIAO Cai-kun¹, YE Guang-xiong², LIAO Kai-fang¹

(1. Guangdong Vocational Institute of Sports, Guangzhou 510663, China; 2. Huangcun Sport Training Center of Guangdong, Guangzhou 510663, China.)

Abstract: To investigate the effects of FLEXI-BAR[®] training on archer's shoulder stability from fixing position to releasing. Method: 26 archers were divided randomly into two groups of 13 each, that is, the control group and the experimental group (FLEXI-BAR[®] training group). Both the groups had archery strength training, and the experimental group had FLEXI-BAR[®] training (30min/session, 3 times/week, 8 weeks) additionally. iEMG, the time of fixing position to releasing of 12 arrows and hitting ratio were measured and compared for all the subjects before the training and after the 8-week training. Result: After the 8-week training, there is a significant difference ($P<0.05$) between the iEMG of the serratus anterior of the both shoulders, upper trapezius, middle trapezius, lower trapezius, rhomboid muscle and subscapularis, time from fixing position to releasing and hitting ratio of the two groups, as compared to the results measured before the training. Conclusion: FLEXI-BAR[®] training may evidently improve the activation level of the main stabilizers of shoulder blade, decrease the time from fixing position to releasing and increase hitting ratio. It can be used as an effective aid to the physical training of archers.

Key Words: archer; FLEXI-BAR[®] training; muscle activation; time from fixing position to releasing; hitting ratio

收稿日期:2018-05-26

基金项目:广东省体育局科研课题(GDSS2016177)。

第一作者简介:肖才坤,讲师。主要研究方向:运动伤病防护。E-mail:214482794@qq.com。

作者单位:1.广东体育职业技术学院,广州 510663;2.广东省黄村体育训练中心,广州 510663。



射箭运动是竞技体育中的重点项目之一,是对各关节稳定性和协调性要求很高的肌肉耐力性项目^[1,2]。在射箭训练和比赛中,运动员从站立、举弓、开弓到固势、撒放,直至结束的动作暂留等几个基本环节中,“快”“准”“稳”贯穿始终。而在比赛中,更是要求运动员能快速判断赛场环境、快速调整、快速发射,准确完成举弓、开弓、固势与撒放等技术动作的同时,还要兼顾完成撒放过程中技术与心理两个致胜关键环节的流畅性及稳定性。长久以来,射箭专项力量训练的重点放在四肢和躯干大肌肉群上,此外,还有很多教练采用增大射箭专项力量训练的运动量和运动强度,以期提高射箭运动员的成绩,但是随之而来的运动损伤问题也越来越突出^[3,4]。射箭运动员以慢性损伤为主,受伤率最高的是肩关节^[5,6],而肩关节是整个射箭技术动作中重要的关节,肩关节能否协调稳定发力,会直接影响命中水平,甚至还可能导致运动员重返赛场后复发率居高不下的情况^[7],如何让肩关节周围肌肉协调稳定发力是射箭运动员亟

待解决的问题。有研究报道,振动刺激可以提高肌肉的激活水平从而提高稳定性^[8-10],而振动杆便是其中的一种振动训练器,其广泛应用于健身和康复治疗领域以提高肌肉力量、协调和稳定能力^[11],但其在射箭运动员中的应用尚未见报道。本研究拟探讨振动杆训练对射箭运动员固势-撒放阶段稳定性的影响。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

筛选 26 名射箭运动员,将运动员随机分为振动杆训练组(实验组)和对照组,每组 13 名。其中,男性 15 名,女性 11 名,专项训练 5 年以上,其中健将级 8 人,一级运动员 10 人,二级运动员 8 人,所有运动员均左手持弓,右手为优势手,两组运动员的性别、年龄、身高、体重和专项训练时间等各项情况进行对比,无显著性差异($P > 0.05$)(表 1)。对照组只进行常规射箭力量训练,而实验组在常规射箭力量训练的基础上,增加振动杆训练。

表 1 两组运动员一般情况比较

Table I Comparison between the General Information of the Two Group Athletes

组别	例数(名)	性别		年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	专项训练时间(年)
		男	女				
实验组	13	8	5	20.52±2.43	173.58±4.12	73.21±5.76	6.18±1.07
对照组	13	7	6	20.89±2.37	171.27±5.34	72.82±4.97	6.65±1.34

2.2 实验训练方案

2.2.1 射箭力量训练内容与与方法

常规射箭力量训练内容包括一般力量素质训练

和射箭专项力量训练(表 2)^[12]。所有研究对象均由一位具有 5 年工作经验的体能教练进行规范化和系统化训练,每次训练约 120 min,每周 3 次,共 8 周。

表 2 射箭力量训练

Table II Special Strength Training for Archers

类别	项目	目的	方法
常规射箭力量训练	一般力量训练	提高运动员肌肉的绝对力量	哑铃前平举、哑铃侧平举、哑铃俯身飞鸟、拉力器扩胸、杠铃/哑铃卧推(水平、上斜、下斜)、杠铃俯身划船、高位下拉、杠铃硬拉、山羊挺身、俯卧背伸展、卷腹、侧桥、平板支撑、四点支撑对侧腿/手抬举、杠铃深蹲、坐姿腿推举、器械俯卧勾腿和直臂摆等
	射箭专项力量训练	改善射箭运动员对弓的控制能力	仿拉弓训练和持弓臂前推等

2.2.2 FLEXI-BAR® 振动杆训练方法

实验组所有研究对象均统一使用振动杆(FLEXI-BAR®, 体育型,德国)进行训练,长度为 153 cm,中央手柄长度为 17.9 cm,重量为 710 g,厚度为 9.5 mm,振动频率可达 270 次/分钟(4.6 Hz)。振动杆训练方案:① 双侧手持振动杆于肩关节前屈 90° 位,在额状面上上下向振动(图 1);② 双侧手持振动杆于肩关节外展至 90° 位,在额状面上进行左右向的

振动(图 2);③ 双侧手持振动杆于肩关节前屈 180° 位,在额状面上上下向振动(图 3);④ 双侧手持振动杆于肩关节后伸 30° 位,在矢状面前后向振动(图 4)。进行训练前,所有运动员先进行 3 min 热身。进行振动杆训练时,双脚与肩同宽站立,每个动作以个人最大幅度持续晃动 60 s,每次完成之后休息 1 min,连续完成 10 组。训练后,进行 3 min 的放松运动,完成以上 4 个训练需约 30 min,每周 3 次,共 8 周。



图 1 振动杆于肩关节前屈 90° 位
Figure 1 FLEXI-BAR® at the Position of Shoulder Flexion 90°



图 2 振动杆于肩关节外展 90° 位
Figure 2 FLEXI-BAR® at the Position of Shoulder Extension 90°



图 3 振动杆于肩关节前屈 180° 位
Figure 3 FLEXI-BAR® at the Position of Shoulder Flexion 180°



图 4 振动杆于肩关节后伸 30° 位
Figure 4 FLEXI-BAR® at the Position of Shoulder Back Extension 30°

2.3 训练效果评估指标及方法

2.3.1 数据采集

由一名经过肌电图培训的人员采用表面肌电遥测系统(Noraxon, 美国)对所有研究对象的固势-撒放阶段进行数据采集, 采样频率为 1 000 Hz。使用 Basler 高速摄像机(便于标准射箭动作时相的划分)进行动作视频的采集, 拍摄频率为 25 Hz, 动作录像与肌电数据进行同步采集。测试时, 按标准流程要求用酒精擦净所测肌肉肌腹表面, 然后贴牢肌电电极。所有研究对象先进行 3~5 支箭的适应练习, 然后采集 12 支箭实射时固势-撒放阶段时间、肌电数据, 并对黄心命中率进行统计。

2.3.2 肌肉的选取

本研究测试所选取的肌肉有双侧前锯肌、上斜方肌、中斜方肌、下斜方肌、菱形肌和肩胛下肌, 因为这些肌肉对于射箭运动员标准射箭动作持弓阶段固势-撒放时稳定肩胛骨起关键性作用^[10]。

2.3.3 动作时相的划分

标准射箭动作包括举弓、开弓、靠弦、继续用力、瞄准、撒放 6 个阶段, 靠弦、继续用力、瞄准即为固势阶段^[11], 本研究采集的是实射时从靠弦、继续用力、瞄准、撒放即固势-撒放阶段的数据。

2.3.4 数据的处理与分析

使用 MyoResearch XP Master Edition 分析软件, 对原始肌电信号进行滤波(Butterworth 带通滤波, 10~400 Hz)、整流(全波整流)、平滑处理后, 计算 iEMG 值(在一定时间内肌肉中参与活动的运动单位放电总量)。

2.4 统计学分析

采用 SPSS19.0 统计软件对所有评估指标进行统计学分析。结果以平均值±标准差表示, 数据采用统计学方法分析前, 先采用单样本 S-W 检验对两组的数据进行正态分布性检验, 以这些数据服从正态分布, 而且方差齐同为前提, 根据需要保留小数点后 2 位。组内比较采用 t 检验, 组间比较采用重复测量方差分析, P < 0.05 为显著性差异, P < 0.01 为极显著性差异。

3 研究结果

3.1 肩关节肌群的 iEMG 测试结果

训练前两组双侧前锯肌、上斜方肌、中斜方肌、下斜方肌、菱形肌和肩胛下肌的 iEMG 测试结果比



较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。训练 8 周后,仅实验组的 iEMG 较训练前明显提高($P < 0.05$),且实验组的 iEMG 与对照组进行比较,均具有显著性差异($P < 0.05$)(表 3)。

表 3 两组运动员肩关节肌群 iEMG 比较

Table III Comparison between the iEMG Value of Shoulder Muscles of the Athletes of the Two Groups

肩关节肌群	对照组		实验组		
	训练前	训练后	训练前	训练后	
左侧肩关节 iEMG (mv×s)	前锯肌	0.59±0.08	0.61±0.06	0.57±0.09	0.85±0.12 ^{*#}
	上斜方肌	0.67±0.11	0.69±0.05	0.65±0.07	0.91±0.13 ^{*#}
	中斜方肌	0.52±0.07	0.55±0.07	0.51±0.09	0.79±0.15 ^{*#}
	下斜方肌	0.52±0.09	0.54±0.09	0.55±0.11	0.77±0.15 ^{*#}
	菱形肌	0.54±0.09	0.56±0.16	0.53±0.12	0.81±0.11 ^{*#}
	肩胛下肌	0.51±0.07	0.53±0.05	0.53±0.09	0.83±0.14 ^{*#}
右侧肩关节 iEMG (mv×s)	前锯肌	0.62±0.07	0.65±0.08	0.58±0.09	0.88±0.19 ^{*#}
	上斜方肌	0.64±0.11	0.68±0.13	0.63±0.07	0.92±0.14 ^{*#}
	中斜方肌	0.52±0.07	0.57±0.09	0.53±0.13	0.81±0.17 ^{*#}
	下斜方肌	0.53±0.07	0.56±0.09	0.54±0.08	0.79±0.15 ^{*#}
	菱形肌	0.53±0.08	0.55±0.17	0.55±0.12	0.83±0.12 ^{*#}
	肩胛下肌	0.54±0.08	0.56±0.05	0.56±0.10	0.84±0.15 ^{*#}

注:* 为与训练前比较 $P < 0.05$;# 为与对照组比较 $P < 0.05$ 。

3.2 固势-撒放时间与黄心命中率测试结果

训练前两组射箭运动员 12 支箭固势-撒放时间平均为 2~3 s 左右,黄心命中率为 65%左右,且差异并不显著($P > 0.05$)。振动杆训练 8 周后,仅实验组射箭运动员 12 支箭固势-撒放时间有所降低,黄心命中率有所提高(表 4)。

表 4 两组运动员 12 支箭实射测试固势-撒放时间与黄心命中率比较

Table IV Comparison between the time from Fixing Position to Releasing and Hitting Ratio of the 12 Arrows of the Two Groups

	对照组		实验组	
	训练前	训练后	训练前	训练后
命中黄心固势-撒放时间 (s)	2.47±0.22	2.49±0.25	2.48±0.19	2.18±0.13 ^{*#}
黄心命中率 (%)	65.38	66.34	64.59	73.21 ^{*#}

注:* 为与训练前比较 $P < 0.05$;# 为与对照组比较 $P < 0.05$ 。

4 讨论

4.1 振动杆训练对射箭运动员肩关节稳定性的影响

肩关节的稳定性主要来自于静态稳定系统(骨骼、盂唇、韧带、关节囊等)和动态稳定系统(肌肉、本体感觉等),其中动态稳定系统可通过训练得以改善。肩关节动态稳定系统除了肩袖肌群外,还有特别重要的肩胛骨稳定肌。固势-撒放阶段,在保持弓稳

定的情况下寻找合适的机会撒放,此时持弓臂和拉弓臂都需要稳定,特别是肩关节的稳定更是制胜关键,而肩胛骨的稳定对于射箭运动员标准射箭动作持弓阶段固势-撒放时肩关节的稳定起关键性作用,因此,肩胛骨能否稳定协调发力是射箭技术固势-撒放阶段稳定性和准确性的重要基础。本研究发现,振动杆训练 8 周后,仅实验组双侧前锯肌、上斜方肌、中斜方肌、下斜方肌、菱形肌和肩胛下肌的 iEMG 较训练前明显提高($P < 0.05$),且与对照组相比,具有显著性差异($P < 0.05$),说明振动杆练习能有效激活射箭运动员肩胛骨稳定肌群。其机制可能是通过刺激来自于肌梭的感觉神经纤维而与 α 运动神经元相连接^[14,15],振动刺激不仅能影响所作用肌的肌梭,还会影响周围肌的肌梭,振动越大,肌肉克服的阻力越大(本研究要求振动杆训练时,每个动作以个人最大幅度持续晃动),募集的运动单位就会越多。Parry J. S. 等人用振动杆和哑铃对肩关节进行训练,发现振动杆练习产生的肌肉活动度明显高于哑铃组^[16]。Lister J. L. 等人用振动杆和弹力带对肩胛带肌群进行训练,结果发现在肩关节屈曲和外展时,上斜方肌、下斜方肌和前锯肌都比弹力带组产生更多肌肉活动^[17]。另外有研究发现,振动杆训练还能有效作用于神经控制、本体感觉反馈等方面^[15,18]。本研究通过个人最大幅度持续晃动振动杆练习,可能不只是提高了肩胛骨稳定肌群的激活水平,肩胛骨稳定肌群间的协调水平也可能得到了提高,甚至肩关节的本体感觉都得到了改善,这些因素都有助于提



高肩关节的整体稳定性,从而有助于降低固势-撒放时间与提高黄心命中率。

4.2 振动杆训练对固势-撒放时间与黄心命中率的影响

射箭运动中的固势-撒放是连贯流畅的一体过程,有资料分析韩国射箭名将金水宁每支箭平均为1.53 s,黄心命中率为93%,而一般的优秀射箭运动员的固势-撒放时间为(4.49±1.41) s,本研究实验对象每支箭的固势-撒放时间平均为2~3 s,黄心命中率为65%左右,可见固势-撒放时间对于射箭成绩的重要性。固势-撒放阶段,运动员除了须抵抗弓片所产生的强大回拉的力量外,又必须稳定地瞄准黄心,此时常容易因时间过长导致参与用力的肌群产生疲劳,从而失去稳定性与一致性,要想缩短这一过程的时间,就必须在训练中强化“快”的技术特点,要想固势-撒放动作“快”,身体必须要具有高度一致性、稳定性和协调性,其中肩关节的一致性、稳定性和协调性对固势-撒放动作的“快”起至关重要作用,这也是射箭项目的制胜关键。固势-撒放阶段所需的平衡能力和直线用力能力是运动员完成这一动作相关肌群之间相互配合的能力,如果在这一阶段用力不均衡,会破坏人弓一体的动态平衡,从而影响射箭技术动作的直线用力、对称用力及协调用力,最终导致技术稳定性、一致性降低,从而降低命中率^[19]。本研究通过8周振动杆训练后,实验组运动员12支箭平均的固势-撒放时间与黄心命中率两项指标均优于对照组运动员,可能的原因有3点:一是振动杆训练能有效激活肩关节周围肌群。固势-撒放动作需要强有力的上肢肌、肩胛骨稳定肌以及肩的稳定,肩胛骨稳定肌中的斜方肌对于固势-撒放阶段的肩部稳定尤其重要。Shinohara H.等人比较了肩胛骨稳定肌和上肢肌在射箭动作时的肌肉活性,发现精英组运动员下斜方肌的活性显著高于初学者。他们认为,为了提高射箭成绩,很有必要训练下斜方肌^[10]。而张秀丽等人比较了国家队男女射箭运动员固势-撒放阶段肩部用力特点,发现更为符合射箭运动生物力学和射箭技术动作特点的女运动员在固势-撒放阶段持弓臂的斜方肌中束活性比倾向于用三角肌后部的男运动员要高^[13]。本研究结果与上述研究的结果相似,振动杆训练8周后,斜方肌活性有了显著提高,并且其他的肩胛骨稳定肌活性也有明显提高,这对于固势-撒放肩关节的稳定性起着重要作用。二是振动杆训练可能激活了核心肌群^[20,21]。核心肌群的激活有助于身体的稳定性和协调性^[22]。侯向锋等

人比较了射箭运动员核心稳定训练和传统力量训练对固势-撒放时间与黄心命中率的影响,发现核心稳定的改善能减少固势-撒放时间和提高黄心命中率^[19]。Spratford W.等人发现核心稳定对于减少固势-撒放时间也有积极影响,甚至对撒放后的跟随阶段也有影响^[23]。三是振动杆训练促进了本体感觉的发展^[16,24]。本体感觉是动态稳定系统之一,良好的本体感觉对达到功能性效果很有必要。射箭运动是三维的,振动杆训练不仅能够孤立的肌肉振动起来,还把肩胛带整合到全身的动力链中,带动整个肌肉链随之振动,这种训练对增强本体感觉有很大帮助,从而促进神经-肌肉协调能力。固势-撒放动作中的神经-肌肉协调能力是“快射”技术特点的根本,也是射箭运动技术训练的核心要素之一,射箭运动员应多加神经、肌肉协调能力的训练,而不仅仅是单纯的局部肌肉力量,这也正是我国射箭运动体能训练的突破点。以上3点可能是本研究振动杆训练8周后减少固势-撒放时间和提高黄心命中率的原因。

本研究仅针对肩胛骨稳定肌群的肌电信号、固势-撒放时间及黄心命中率进行检测统计,而射箭动作的稳定性极其复杂,与运动员身体各部位的运动控制和心理都有很大关系,影响射箭固势-撒放时间及黄心命中率的影响因素有待后续进一步研究。

5 结论

应用振动杆训练能显著提高主要肩胛骨稳定肌的激活水平,减少固势-撒放时间,提高黄心命中率,可作为射箭运动员体能训练的一种有效辅助手段。

参考文献:

- [1] 郭蓓,姚颂平.我国射箭运动训练现状的调查与分析[J].中国体育科技,2005,41(5):108-112.
- [2] 王三保,陈浩.中国射箭运动存在的问题及对策应对[J].哈尔滨体育学院学报,2012(5):20-24.
- [3] Shinohara H., Urabe Y., Maeda N., et al. Does shoulder impingement syndrome affect the shoulder kinematics and associated muscle activity in archers[J]. J. Sports Med. Phys. Fitness, 2014, 54(6):772-779.
- [4] 许实德.广东省射箭运动员运动损伤的调查分析[J].韩山师范学院学报,1996(3):119-122.
- [5] Niestroj C. K., Schöffl V., Küpper T. Acute and overuse injuries in elite archers[J]. J. Sports Med. Phys. Fitness, 2017, 22(2):234-237.
- [6] 范凯斌.我国优秀射箭运动员损伤及康复研究[J].中国体育科技,2009,45(1):79-82.



- [7] Mann D. L., Littke N. Shoulder injuries in archery[J]. *J. sport Sci.*, 1989, 14(2):85-92.
- [8] oliver G. D., Sola M., Dougherty C., et al. Quantitative examination of upper and lower extremity muscle activation during common shoulder rehabilitation exercises using the Bodyblade[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2013, 27(9): 2509-2517.
- [9] Jun S. C., Seol P., Ji Y. K., et al. Effects of flexi-bar and non-flexi-bar exercises on trunk muscles activity in different postures in healthy adults[J]. *J. Phys. Ther. Sci.*, 2015, 27(7):2275-2282.
- [10] Shinohara H., Urabe Y. Analysis of muscular activity in archery: a comparison of skill level[J]. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2017, 12(1):162-169.
- [11] Mileva K. N., Kadr M., Amin N., et al. Acute effects of Flexi-bar vs. Sham-bar exercise on muscle electromyography activity and performance[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2010, 24(3):737-748.
- [12] 范凯斌, 王卫星, 李宗浩. 射箭项目力量训练设计理论研究[J]. *北京体育大学学报*, 2010(1):109-110.
- [13] 张秀丽, 刘卉, 刘学贞. 国家队射箭运动员动作技术的肌电特性[J]. *中国体育科技*, 2007, 43(6):71-74.
- [14] Bogaerts A., Verschueren S., Delecluse C., et al. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial[J]. *Gait Posture*, 2007, 26(2):309-316.
- [15] Bosco C., Colli R., Introiini E., et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure[J]. *Clin. Physiol.*, 1999, 19(2):183-187.
- [16] Parry J. S., Straub R., Cipriani D. J. Shoulder and back muscle activation during shoulder abduction and flexion using a Bodyblade Pro versus dumbbells[J]. *J. Sport Rehabil.*, 2012, 21(3):266-272.
- [17] Lister J. L., Del Rossi G., Ma F., et al. Scapular stabilizer activity during Bodyblade, cuff weights, and Thera-Band use[J]. *J. Sport Rehabil.*, 2007, 16(1):50-67.
- [18] Sánchez-Zuriaga D., Vera-Garcia F. J., Moreside J. M., et al. Trunk muscle activation patterns and spine kinematics when using an oscillating blade: influence of different postures and blade orientations[J]. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 2009, 90:1055-1060.
- [19] 侯向锋, 李建英, 李鑫. 核心稳定力量训练对射箭运动员固势—撒放阶段稳定性影响的研究[J]. *中国体育科技*, 2010, 46(3):68-71.
- [20] Katya N., Mileva K., Amin N. Acute effects of flexi-bar VS sham-bar exercise on muscle electromyography activity and performance[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, 24(3):737-748.
- [21] Seong J. L., Yong N. K., Dong K. L. The effect of flexi-bar exercise with vibration on trunk muscle thickness and balance in university students in their twenties[J]. *J. Phys. Therapy Sci.*, 2016, 28(4):1298-1302.
- [22] Park J. M., Hyun G. S., Jee Y. S. Effects of Pilates core stability exercises on the balance abilities of archers[J]. *J. Exerc Rehabil.*, 2018, 12(6):553-558.
- [23] Spratford W., Campbell R. Postural stability, clicker reaction time and bow draw force predict performance in elite recurve archery[J]. *Eur. J. Sport Sci.*, 2017, 17(5): 539-545.
- [24] Schulte R. A., Warner C. Put to the test: Oscillatory devices accelerate proprioception training[J]. *Clin. Biomech (Bristol, Avon)*, 2001, 8(2): 85-90.

(责任编辑:刘畅)