



# 肌肉离心收缩的后激活增强效应对纵跳能力的影响

周 斌

**摘要:**目的:探讨不同离心负荷激活干预对后激活增强效应所产生的影响及有效作用时间。方法:通过对14名普通男性大学生运用肌肉离心收缩激活方式,观察后续纵跳表现的影响。结果:在激活干预后即刻,对照组与离心负荷(105%1RM和125%1RM)激活干预两个实验组纵跳峰值功率和纵跳的高度没有显著差异,激活干预两个组之间的纵跳表现没有显著差异。激活干预的两组在T3和T6时段的纵跳功率峰值均明显高于对照组。在T3时段两个激活干预实验组纵跳高度峰值明显高于对照组,在T6时段,105%1RM激活干预组的纵跳高度明显增加。结论:纵跳测试前加入大强度的离心负荷刺激会小幅度提高纵跳的能力,不同强度离心负荷的激活干预的后激活增强效应差异性不大,采用105%1RM强度的离心负荷激活干预在3~6 min有明显的后激活增强效应。

**关键词:**后激活增强效应;离心收缩;纵跳

中图分类号:G808 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2017)04-0074-05

DOI:10.12064/ssr.20170412

## Influence of the Post-Activation Enhancement Effect of Muscle Eccentric Contraction on Vertical Jump Ability

ZHOU Bin

(Shanghai Secondary Sports School, Shanghai 201199, China)

**Abstract:** Purpose: To explore the influence and effective time of different eccentric load activation intervention on post-activation enhancement effect. Method: Muscle eccentric contraction method was applied to the 14 ordinary male university students to observe the subsequent effect in vertical jump. Result: Immediately after the activation intervention, there was no significant difference between the vertical jump peak power and height of the control group and the two experiment groups of eccentric load (105% 1RM & 125% 1RM) activation intervention. And there was no obvious difference between the vertical jump performance of the two experiment groups. The vertical jump peak power of the two experiment groups during the periods of T3 and T6 was significantly higher than that of the control group. At T3, the vertical jump peak power of both the two groups was clearly higher than that of the control group. At T6, the vertical jump height of the group with 105% 1RM activation intervention increased apparently. Conclusion: Before the vertical jump test, intensive eccentric load stimulation may improve the vertical jump ability to a small extent. There is no big difference between the post-activation enhancement effects following the activation intervention with different intensity eccentric load. Significant post-activation enhancement effect can be observed 3-6 minutes after the activation intervention with 105% 1RM eccentric load.

**Key Words:** post-activation enhancement effect; eccentric contraction; vertical jump

随着现代体育运动的发展,涌现出许多新的训练理念,比如如何运用一些有效的方法在短时间内提升运动员的竞技水平。许多国外的学者运用了一

个新的训练理念,即通过给予肌肉较强的刺激,在短时间内使肌肉产生更大的张力,有助于在随后的运动中表现出更强的收缩能力<sup>[1]</sup>。这一过程被称为“后

收稿日期:2016-11-04

作者简介:周斌,男,初级教练员。主要研究方向:运动训练。E-mail:250431318@qq.com。

作者单位:上海第二体育运动学校,上海 201199。



激活增强效应”(Postactivation Potentiation, PAP), 并将其定义为“一种由预先短时间高强度抗阻练习引起的肌肉发力功率急性增加的生理现象”<sup>[12]</sup>。这种后激活增强效应可以通过多种训练方法实现, 其中包括给予身体负重刺激的深蹲、卧推及超等长训练等等, 目的是提高肌肉的兴奋性, 使肌肉提前或预先激活。许多专家已经在肌肉激活训练上做过了大量的实证研究, 研究结果表明这种后激活增强效应确实对提高某些运动项目运动员的运动表现有着非常不错<sup>[39]</sup>。运动员肌肉被刺激后, 运动员的肌肉收缩能力达到了最高峰, 在随后的运动中, 对活动能力起主要作用的肌肉可以发挥出最大力量, 帮助运动员完成高难度的动作。这些对肌肉的激活训练法都表现出了后激活增强效应, 根据运动方式的不同要求, 可以采取针对性的训练法, 以使起主要作用的肌肉在收缩能力上达到最高峰。

肌肉的离心收缩是在肌肉收缩产生张力的同时被拉长的收缩方式。肌肉在离心收缩中产生的力量往往超过向心收缩, 且在一定范围内运动速度越快肌肉力量越大。离心力量可以通过肌肉离心收缩训练来提高。离心力量训练可明显提高肌肉的力量, 对提高运动员的肌肉力量<sup>[10]</sup>和的运动损伤的康复都十分重要<sup>[11]</sup>。另外, 在前期研究中, 尽管许多学者们已经对“后激活增强效应”进行了大量的研究<sup>[12-19]</sup>, 但是关于不同强度和量组合的激活练习对“后激活增强效应”及其有效作用时间的影响, 总负荷相同的单组激活模式和多组激活模式、相同力量水平且具有不同训练经历对“后激活增强效应”的影响及机制, 力量—爆发力比对“后激活增强效应”的影响及其机制等问题的认识上仍存在一些盲区, 有待进一步探析。本研究旨在通过离心负荷激活方式对后续纵跳表现影响的实验研究, 探讨“后激活增强效应”的效果及有效作用时间, 以期对运动员的赛前热身活动提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 研究对象

实验选取 14 名普通男性大学生平均年龄 (20.0±0.5) 岁, 平均身高 (172.7±6.7) cm, 平均体重 (74.3±11.9) kg, 平均卧蹬肌力为 (304.6±52.9) kg。所有研究对象填写健康筛查问卷和书面知情同意书, 并且身体健康, 近半年内未发现肌肉骨骼损伤。研究对象均具有 12 个月以上的抗阻训练的经验, 实验期间保持正常的身体活动, 运动训练和饮食。实验及数据采集工作在上海体育职业学院康复实验室进行。

### 1.2 研究方法

本研究通过一次训练过程后的预负荷, 探讨两种离心负荷 (105% 1RM 和 125% 1RM) 的激活方式对后续纵跳表现的影响。每个研究对象在不同的离心负荷激活方式下进行测试。

### 1.3 实验流程

研究对象首先熟悉实验室环境, 了解实验流程, 测量身高和体重。身高测量精确到 0.1 cm, 体重测量精确到 0.01 kg, 使用校准电子秤。其次, 测试研究对象的卧蹬 1RM 肌力。1RM 的定义为最大负荷, 即膝关节弯曲, 髌关节在屈曲下降至大腿与工作台平行时, 恰好能承受的最大重量。然后根据测量得出的 1RM 计算每位研究对象的 105% 和 125% 重量。

1RM 测试方案: (1) 指导运动员以小负荷 (轻松做起 5~10 次的负荷) 进行热身; (2) 热身后间歇 1 min; (3) 逐步增加负荷, 使运动员能完成 3~5 次重复; (4) 休息 2 min; (5) 增加负荷, 使运动员能完成 2~3 次重复; (6) 2~4 min 休息; (7) 运动员进行 1RM 试举; (8) 如果运动员成功, 休息 2~4 min, 再由增加负荷; 如果运动员试举失败, 休息 2~4 min, 减小负荷; 继续增加或减小负荷, 直到运动员可以以完好的技术完成一次重复的最大重量测试, 最好在 5 次测试之内找到 1RM。

1RM 下肢肌力测试后, 实验对象要熟悉卧蹬 105% 和 125% 1RM 重量练习离心负荷。规范技术动作, 从下肢伸展位置下降到髌关节屈曲位需超过 3 s。在熟悉离心卧蹬练习后, 实验对象进行 3 种不同激活干预的测试。在每次测试开始时, 实验对象在脚踏车上设定 50 W 的负荷, 以次最大强度进行 5 min 预热, 其次是动态热身, 然后 3 次最大强度进行纵跳, 热身结束后坐下休息 2 min。然后进行 3 次纵跳作为干预前的基础值。实验对象可自己决定反向下蹲动作的幅度。对于离心负荷重量激活下的纵跳测试前的 10 min 时间统一安排为 2 min 休息 + 8 min 活动。8 min 的活动包括以 50% 1RM 负荷 (6 次, 5 s/次) 的离心卧蹬, 休息 3 min, 然后再以 105% 或 125% 1RM 负荷完成离心卧蹬, 即刻测一次纵跳, 之后每隔 3 min 测一次纵跳 [离心负荷干预 3 min (T3)、6 min (T6)、9 min (T9), 和 12 min (T12) min 后], 不测试时实验对象坐着休息。为了保证两个实验组的离心负荷总量大致相等, 105% 组完成 6 次重复, 125% 组完成 5 次重复。纵跳采集两个指标, 最大峰值功率 (测力垫 Fitness Technology, Adelaide,

Australia)和最大位移(纵跳摸高仪)。2次测试至少相隔 96 h, 让接收离心刺激的肌肉群获得充分的

休息和恢复。每名测试对象测试的测试顺序是随机安排(见图 1)。

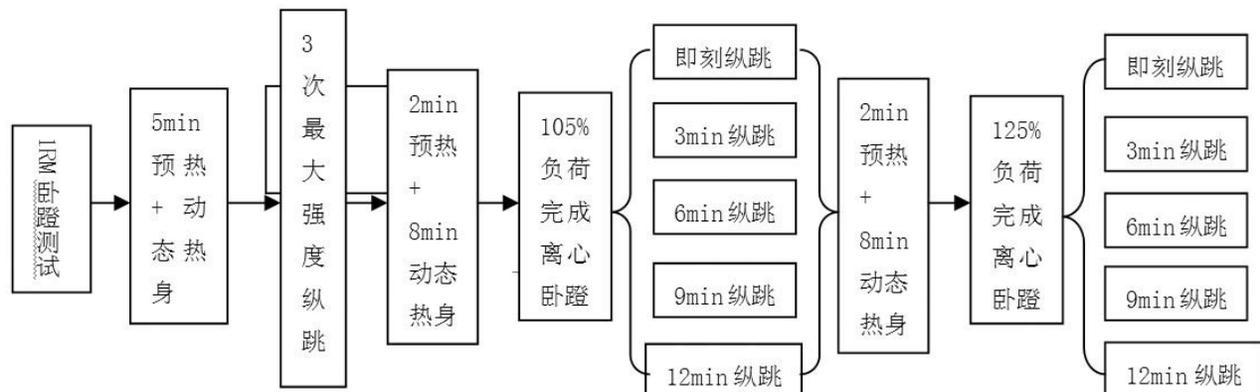


图 1 测试流程图

Figure 1 Process of the Test

#### 1.4 数据处理

记录每个实验对象在相应的时间点上的纵跳最大功率值和最大位移距离, 实验结果以平均值 $\pm$ 标准差来表示, 并进行方差分析。

## 2 结果

由表 1 可以看出, 在激活干预后即刻, 无激活干预对照组与离心负荷(105% 1RM 和 125% 1RM)激活干预两个实验组纵跳峰值功率和纵跳的高度无显著差异。激活干预两个组之间的纵跳表现也没有显著差异。激活干预的两组在 T3 和 T6 时段的纵跳功率峰值均明显高于对照组。无激活干预对照组在整个实验过程中, 随着时间推移峰值功率表现出了明显的下降, 而两个激活干预实验组则没有类似的情况出现。由表 2 可以看出, 在 T3 时段两个激活干预实验组纵跳高度峰值明显高于对照组; 在 T6 时段, 105% 1RM 激活干预组的纵跳高度明显增加。

## 3 分析与讨论

竞技体育中有大量的运动项目需要短时间产生强大的爆发力才能获取有竞争力的运动成绩, 包括跳高、投掷、短跑、短距离游泳项目等。大量的研究业已表明, 深蹲<sup>[20]</sup>、卧推<sup>[21]</sup>、超等长训练<sup>[22]</sup>抑或负重超等长训练<sup>[23]</sup>等均为有效刺激产生 PAP, 提高接下来的爆发性肌肉收缩表现或肌肉耐力, 其中, 离心收缩是一种常见的 PAP 手段。通过卧蹬这样一种肌肉离心收缩形式产生 PAP, 观察了不同负荷的离心收缩对受试者纵跳的表现以及这种 PAP 效应的持续作用时间, 实验结果显示, 采用 105% 1RM 和 125% 1RM 的离心负荷进行激活干预后受试者纵跳的表现均会有所提高。这种提高在 3~6 min 之间最为显

表 1 离心负荷 105% 1RM、125% 1RM 与无干预激活后不同时间段的纵跳峰值功率比较

Table 1 Comparison between the Peak Power of the Vertical Jumps in the Different Periods after the Intervention with 105% 1RM & 125% 1RM Eccentric Load and No Activation Intervention

时间	激活方式	功率/W	与无负荷组比较 P
激活干预即刻	无干预	4280 $\pm$ 767	
	105% 1RM	4229 $\pm$ 789	0.21
	125% 1RM	4271 $\pm$ 816	0.695
T3	无干预	4143 $\pm$ 754	
	105% 1RM	4305 $\pm$ 876	0.037*
	125% 1RM	4314 $\pm$ 848	0.01*
T6	无干预	4102 $\pm$ 781	
	105% 1RM	4237 $\pm$ 842	0.006**
	125% 1RM	4264 $\pm$ 768	0.001**
T9	无干预	4113 $\pm$ 757	
	105% 1RM	4199 $\pm$ 809	0.094
	125% 1RM	4216 $\pm$ 818	0.093
T12	无干预	4102 $\pm$ 761	
	105% 1RM	4200 $\pm$ 799	0.084
	125% 1RM	4152 $\pm$ 809	0.416

注: \* 为  $P < 0.05$ , \*\* 为  $P < 0.01$

著。纵跳功率和高度的峰值分别增长的最小值为 0.9% 和 1.9%, 显然, 对于健身爱好者来说这种提高是非常明显的, 但对于训练水平较高的运动员来说, 这种类似的情况是否会出现还不能确定。前期研究离心负荷激活干预对肌肉力量、纵跳能力、功率输出、肌肉痛疼感等的影响并不在少数<sup>[24,25]</sup>, 然而, 大部分研究采用的离心负荷均为 45%~85% 1RM, 尤其那些研究周期性离心负荷对力量或运动表现的研究, 例如, Fernandez-Gonzalo 等研究了 4 周离心负荷训练对重复运



表 2 离心负荷 105% 1RM、125% 1RM 与无干预激活后不同时间段与的纵跳高度值比较

Table II Comparison between the Height of the Vertical Jumps in the Different Periods after the Intervention with 105% 1RM & 125% 1RM Eccentric Load and No Activation Intervention

时间	激活方式	高度/cm	与无负荷组比较 P
激活干预的即刻	无干预	44.1±7.2	
	105%1RM	43.2±7.2	0.172
	125%1RM	43.5±7.7	0.223
T3	无干预	42.2±7.8	
	105%1RM	44.5±7.3	0.038*
	125%1RM	44.3±8.3	0.017*
T6	无干预	43.2±7.3	
	105%1RM	44.7±7.7	0.047*
	125%1RM	44.4±8.0	0.137
T9	无干预	43.1±7.3	
	105%1RM	44.1±7.8	0.243
	125%1RM	43.9±7.7	0.368
T12	无干预	42.8±6.4	
	105%1RM	43.4±7.4	0.444
	125%1RM	42.9±8.0	0.928

注:\* 为 P<0.05, \*\* 为 P<0.01

动效应的影响,发现 45%~55%的离心力量训练可以降低重复训练造成的机体痛感<sup>[26]</sup>。但也有研究将离心负荷提高到 1RM 之上,例如,Wirth 等发现 >1RM 的离心力量训练提高下肢最大力量和 1RM 值<sup>[25]</sup>。

采用离心负荷激活干预后获得肌纤维收缩提高的可能机制有 4 种。第一,增加的神经激活是由于较大的离心负荷导致了较多肌梭伸展,引起反射使传回中枢,从而激活更多的 α 运动神经元,最终引起向心力增加。第二,增加了肌肉中并联和串联成分的弹性回缩力。第三,由于储存在肌纤维中的弹性势能向心收缩开始阶段会让肌原纤维的位移减少,从而引起力量生成的增加。第四,预负荷增加,这被认为通过离心负荷刺激,使一部分的激动蛋白与横桥提前保持连接,从而在向心收缩的早期阶段可以提高力和功率的输出<sup>[24-26]</sup>。

肌肉的后激活增强效应的生理机制主要是调节轻链蛋白磷酸化作用的增加,即肌肉承受大负荷强力收缩时从肌浆网释放大量的肌凝蛋白轻链激活酶,从而激发调节轻链磷酸化作用,调节轻链磷酸化通过改变肌球蛋白头部结构,提高了肌球蛋白和肌动蛋白横桥摆动的速率,从而加强了随后的收缩力量<sup>[27-29]</sup>。同时,肌凝蛋白轻链激活酶对复合体的反应活性增强,从而使 ATP 的数量增多,导致肌凝蛋白和肌动蛋白横桥增多<sup>[30]</sup>。因此,

最大强度的肌肉激活能有效地增加横桥功率输出和肌肉爆发力运动时的表现。另外有理论指出 PAP 是神经系统的反应的结果,高强度的肌肉收缩刺激后,神经递质释放数量增加,神经递质效率提高,导致更多运动单位得到募集<sup>[31]</sup>。在热身后进行肌肉力量训练可使脊柱内神经处于兴奋状态,这种神经兴奋状态可以持续几分钟的时间,从而增强肌肉的收缩力量。PAP 现象也可能是通过大负荷的肌肉收缩提高运动单位的同步化,降低拮抗肌交互抑制作用等机制来实现的,也有人指出后激活增强效应是由神经系统的适应机制和肌肉系统同步化共同造成的<sup>[32-33]</sup>。

本研究选取的负荷为 105% 1RM 和 125% 1RM,从实验结果来看,采用 105% 1RM 在激活干预的 3 min 和 6 min 两个时间节点都表现出提高,而 125% 1RM 激活干预的则仅有 3 min 一个节点表现出提高。这似乎说明,采用 105% 1RM 的激活干预效果会更持久。但这种现象可能跟测试对象的力量训练水平有关。有研究发现,8~12 min 的休息时间后 PAP 产生最好的性能增强的表现;而也有研究发现最佳的休息时间为 7~10 min。个别研究指出最佳恢复期在 4-8 min 和 5~10 min,另外专业运动员和业余爱好者有着不同的结果。

#### 4 结论与建议

通过对男性大学生运用肌肉离心收缩激活方式对后续纵跳表现影响的实验研究,发现在纵跳测试前加入大强度的离心负荷刺激会小幅度提高纵跳的能力。

在激活干预后即刻,没有后激活增强效应的发生,采用 125% 1RM 离心强度负荷仅有 3 min 一个节点表现出后激活增强效应,而采用 105% 1RM 离心强度负荷的激活干预在 3~6 min 均表现出后激活增强效应。说明采用 105% 1RM 负荷的后激活增强效应效果会更持久。不同离心负荷(105% 1RM 和 125% 1RM)激活干预的后激活增强效应差异性不大。

建议在正式训练或比赛前热身时,可以加入高强度的力量练习,但要选择与运动专项特征相似的激活方式,施加与运动员个人特点相匹配的激活负荷,掌握好增强作用与疲劳效应之间的平衡,避免静力性拉伸对激活后增强效应的负面影响,以实现激活后增强效应的最佳化。

#### 参考文献:

[1] 王清.力量训练研究综述[J].中国体育科技,1989,89(7).  
[2] Brown I. E., Loeb G. E. Postactivation potentiation—a



- clue for simplifying models of muscle dynamics[J]. *American Zoologist*, 1998, 38(4):743-754.
- [3] 陆阿明. 一次力竭性运动前后纵跳前后某些动力学特征的研究[J]. *体育科学*, 1999, (1):90-92.
- [4] Chiu L. Z., Fry A. C., Weiss L. W., et al. Postactivation potentiation response in athletic and recreation-ally trained individuals[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2003, 17(4):671-677.
- [5] Chatzopoulos D. E., Michailidis C. J., Giannakos A. K., et al. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2007, 21(4):1278-1281.
- [6] Weber K. R., Brown L. E., Coburn J. W., et al. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2008, 22(3):726-730.
- [7] Bevan H. R., Cunningham D. J., Tooley E. P., et al. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2010, 24(3):701-705.
- [8] Read P. J., Miller S. C., Turner A. N., et al. The effects of postactivation potentiation on golf club head speed[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27(6):1579-1582.
- [9] Okuno N. M., Tricoli V., Silva S. B., et al. Postactivation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27(6):662-668.
- [10] 苗欣. 不同速度离心力量训练对下肢肌肉快速力量的影响[D]. 北京:北京体育大学, 2010.
- [11] 矫伟, 高颀, 钱菁华, 等. 功能康复中不可或缺的环节—离心力量训练[J]. *体育科研*, 2011, 32(5):17-19.
- [12] Esformes J. I., Keenan M., Moody J., et al. Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25(1):143-148.
- [13] Wyland T. P., Van Dorin J. D., Reyes G. F. Postactivation potentiation effects from accommodating resistance with heavy back squats on short sprint performance[J]. *Strength & Conditioning Journal*, 2015, 29(11):3115-3123.
- [14] Lim J. J., Kong P. W. Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance[J]. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27(10):2730-2736.
- [15] Mangus B. C., Takahashi M., Mercer J. A., et al. Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2006, 20(3):597-600.
- [16] Kilduff L. P., Owen N., Bevan H., et al. Influence of recovery time on postactivation potentiation in professional rugby players[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2008, 26(8):795-802.
- [17] Hancock A. P., Sparks K. E., Kullman E. L. Postactivation potentiation enhances swim performance in collegiate swimmers[J]. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2015, 29(4):912-917.
- [18] Miarka B., Del Vecchio F. B., Franchini E. Acute effects and postactivation potentiation in the special judo fitness test[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25(2):427-431.
- [19] Kilduff L. P., Cunningham D. J., Owen N. J., et al. Effect of postactivation potentiation on swimming starts in international sprint swimmers[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25(9):2418-2423.
- [20] Mitchell C. J., Sale D. G. Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with postactivation potentiation[J]. *European Journal of Applied Physiology*, 2011, 111(8):1957-1963.
- [21] Ferreira S. L., Sale D. G. Postactivation potentiation: effect of various recovery intervals on bench press power performance[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2012, 26(3):739-744.
- [22] Turner A. P., Bellhouse S., Kilduff L. P., et al. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2015, 29(2):343-350.
- [23] Bruzas V., Kamandulis S., Venckunas T., et al. Effects of plyometric exercise training with external weights on punching ability of experienced amateur boxers[J]. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2016.
- [24] Mike J. N., Cole N., Herrera C., et al. The effects of eccentric contraction duration on muscle strength, power, production, vertical jump, and soreness[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017, 31(3):773-786.
- [25] Wirth K., Keiner M., Szilvas E., et al. Effects of eccentric training on different maximal strength and speed-strength parameters of the lower extremity[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2015, 29(7):1837-1845.
- [26] Fernandez-Gonzalo R., Bresciani G. Effects of a 4-week eccentric training program on the repeated bout effect in young active women[J]. *Journal of Sports Sci. Medicine*, 2011, 10(4):692-699.
- [27] Tillin N. A., Bishop D. Factors modulating postactivation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities[J]. *Sports medicine*, 2009, 39(2):147-166.



- 在手球比赛中的应用研究[A].第十四届全国运动生物力学学术交流大会论文集[C].2010.
- [7] 李典.第30届伦敦奥运会女子手球比赛各球队攻防能力的比较[J].河南师范大学学报(自然科学版),2013,41(3):179-182.
- [8] 姚苏克,崔静,高跃文,等.2012年全国女子手球锦标赛4强队伍攻防能力技战术研究与分析[J].安徽体育科技,2013,34(3):31-33,50.
- [9] 马革,刘春英,张政.上海女子手球队第12届全运会技术统计述评[J].中国体育教练员,2013,21(4):61-62.
- [10] 常青.十运会女子手球前四名队攻防技术比较研究[J].北京体育大学学报,2007,30(6):861-862.
- [11] 王珽珽,张学衡,樊谦.2010年亚运会中国女子手球队与主要对手的实力分析及备战策略[J].体育学刊,2010,17(10):85-90.
- [12] 张冰雨.我国男子手球攻防技术特点比较研究[J].北京体育大学学报,2011,34(3):131-133.
- [13] 杨继宏.中国女子手球攻防有效性研究[J].安徽工业大学学报(社会科学版),2014,31(5):150-151.
- [14] 刘禹.手球进攻技术和阵地进攻战术的教法[J].科技信息,2012(12):304-305.
- [15] 陈进培.对手球项目规律再认识的思考[J].福建体育科技,2010,29(5):6-8.
- [16] 陈进培.手球运动员个人技术的合理运用与战术多种变化作用探析[J].体育科研,2010,31(3):99-103.
- [17] 马彪.浅谈快攻在手球比赛中的重要性[J].安徽体育科技,2009,30(5):31-32.
- [18] 黄炳春.快攻技术在手球比赛中的主导作用[J].军事体育进修学院学报,2006,25(4):92-93.
- [19] 郎正平.反击快攻是手球比赛进攻的主要形式[J].北京体育大学学报,2007(s1).
- [20] 韦和平.手球进攻中的抢攻战术分析[J].中国体育教练员,2008,16(4):55-56.
- [21] 高斌,王心东,王耀廷.韩国国家女子手球队快攻战术特点的研究[A].2011第九届全国体育科学大会论文摘要汇编(1)[C].2011.
- [22] 黄德国.女子手球守门员的选材及训练[J].体育科研,1986(7):11-15.
- [23] 岑汉康.卫冕失利话长短——从第六届全运会女子手球决赛看上海队的进步与不足[J].体育科研,1987(10):5-9.
- [24] 许以诚,池泰棱,张长发,等.女子手球运动员专项身体素质特点与训练方法[J].体育科研,2003,24(1):21-23.
- [25] 王洪林.手球快攻中的几个环节[J].安徽体育科技,1980(2):8-9.

(责任编辑:何聪)

(上接第78页)

- [28] Rassier D. E., MacIntosh B. R. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz J. J. Med. Biol. Res.*, 2000, 33(5):499-508.
- [29] Hodgson M., Docherty D. Postactivation: underlying physiology and implication for motor performance[J]. *Sports Medicine*, 2005, 35(7):585-595.
- [30] Sale D. G. Postactivation potentiation: Role in human performance[J]. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 2002, 30(3):138-143.
- [31] Chiu L., Fry A. C., Weiss L. W., et al. Postactivation potentiation responses in athletic and recreationally trained individuals[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2003, 17(4):671.
- [32] Aagaard P. Training induced changes in neural function[J]. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 2003, 31(2):61-67.
- [33] Aagaard P., Simonsen E. B., et al. Neural adaptation to resistance training: Evoked V-wave and H-reflex responses[J]. *Journal of Applied Physiology*, 2002, 92(6):2309-2318.

(责任编辑:何聪)