

振动力量训练对排球运动员上肢肌力的影响

聂新和

广西师范大学体育与健康学院, 广西 桂林 541000

[摘要] 针对振动训练对排球运动员上肢肌力的作用效果, 通过查阅分析关于振动训练的文献资料, 旨在验证振动训练的效果, 推广振动训练在具体运动项目中的实际应用。运用文献资料法、访谈法、实验法、数理统计法进行了研究。研究结果显示:

(1) 振动训练能够有效提高排球运动员肩关节屈伸最大肌力、肘关节屈伸最大肌力、上肢爆发力且振动训练作用效果明显优于传统抗阻训练; (2) 振动训练对排球运动员上肢慢性运动损伤和功能性障碍有明显的改善作用, 同时能够显著提高排球运动员上肢运动能力; (3) 振动训练对肌肉及肌间的粘滞性具有改善作用, 进而提高人体关节活动度; 减少肌肉在收缩过程中的摩擦力, 进而提高肌肉收缩力量及收缩速度。

[关键词] 排球运动员; 振动力量训练; 最大肌力; 爆发力; 影响

DOI: 10.33142/fme.v3i1.5466

中图分类号: G842

文献标识码: A

Effect of Vibration Strength Training on Upper Limb Muscle Strength of Volleyball Players

NIE Xinhe

College of Physical Education and Health, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541000, China

Abstract: In view of the effect of vibration training on the upper limb muscle strength of volleyball players, by consulting and analyzing the literature on vibration training, this paper aims to verify the effect of vibration training and promote the practical application of vibration training in specific sports. Using the methods of literature, interview, experiment and mathematical statistics. The results show that: (1) Vibration training can effectively improve the maximum muscle strength of shoulder joint flexion and extension, elbow joint flexion and extension and upper limb explosive force of volleyball players, and the effect of vibration training is significantly better than traditional resistance training; (2) Vibration training can significantly improve the chronic sports injury and functional disorder of volleyball players' upper limbs, and can significantly improve the upper limb sports ability of volleyball players; (3) Vibration training can improve the viscosity of muscles and muscles, and then improve the range of motion of human joints; Reduce the friction in the process of muscle contraction, so as to improve the muscle contraction force and contraction speed.

Key words: volleyball players; vibration strength training; maximum muscle strength; explosive force; influence

引言

随着运动训练水平的提高, 力量训练方法不断创新, 出现一系列新型训练方法, 如气阻训练、弹力带训练、TRX训练、K-BOX 离心训练等。而振动训练作为一种特殊的力量训练和康复训练方法, 近几年来引起了众多专家学者们的关注, 最早在国外应用于偏瘫患者的康复训练以及有功能性障碍人群的纠正性训练, 其独特的优势在于通过一种外在的机体刺激, 能够使肌肉的本体感受器感受刺激, 同时大大改变肌梭传入神经末梢的兴奋性。

目前振动训练广泛应用于多种领域, 如航空航天、运动医学、运动康复、竞技体育、大众健身等; 近几年来国内学者对振动训练的关注度提高, 相关研究越来越多。

1 文献综述

1.1 排球力量训练相关研究

力量素质在运动训练过程中具有重要的地位, 是运动员在赛场取得运动成绩的决定因素, 运动员想要提高身体素质 and 专项技能就要进行相适应的力量素质练习; 排球运

动作为三大球之一, 属于隔网对抗类项目, 在体育界具有很强的影响力, 目前越来越多学者着手研究排球力量训练。通过查阅相关文献发现关于排球力量训练的部位研究更多的集中在核心肌群。

董家秀^[1]在分析核心力量与排球专项素质的相关因素研究中得出排球运动员在专项体能训练中增加核心力量训练对运动员垂直纵跳和仰卧起坐成绩有明显的提高作用;

顾军^[2]在研究影响排球运动员跳发球技术以及专项技术训练方法的相关因素中发现躯干力量训练对排球运动员的综合力量素质有明显促进作用, 同时能够加强大脑神经对肌纤维的控制能力、动作稳定性能力、大大降低运动损伤风险。

何亚^[3]在研究排球运动中发现关于训练方法的研究比训练部位的研究要多。其中包括向心式训练、等长训练、超等长收缩训练、离心式训练、不借助任何器械的单人练习、利用弹力带(管或圈)等进行小负荷的练习、使用综

合器械进行练习、不平衡状态下的负重练习等。

任延宇^[4]在排球专项运动中研究得出力量素质练习和专项技战术训练在排球训练中具有重要地位,在制定排球专项力量训练计划时要与专项技战术相结合,从而能够显著提高排球运动员的综合能力。

张明^[5]在对排球运动员下肢移动速度的影响因素研究得出,下肢离心训练对排球运动员的移动制动能力有明显的提高作用,能够有效提高运动员的灵敏性和赛场表现能力。

综合以上研究分析发现,现有研究成果对排球运动员上肢力量训练研究较少,关注较多的是核心力量与下肢力量训练。

1.2 振动力量训练相关研究

1.2.1 振动训练定义

朱梅新,张新辉^[6]等人认为,振动训练是通过一种外在的适宜振动刺激,使肌肉本体感受器感受到刺激,同时大大改变肌梭传入神经末梢的兴奋性,研究发现如果在平常的传统抗阻训练过程中对机体附加一种适宜的外在振动刺激,能够有效提高神经纤维的激活水平,使得大脑皮层兴奋性增加,肌肉能够募集更多的运动单位,进而增大肌肉的力量和爆发力。

叶强^[7]在关于振动训练中表述振动训练是以较小负荷训练达到较明显的训练成效。

1.2.1.1 振动的主要参数和影响人体的主要因素

振动的主要参数:振动可分为周期性振动和非周期性振动。用于训练的振动主要是周期性振动中的简谐振动。目前已知振动对人体产生作用效果的主要参数有振动频率、振幅。用数学式表达为: $X(t) = A_0 \sin(\omega_0 t + \phi_0)$

1.2.1.2 振动方向

振动方向主要有 X 轴、Y 轴和 Z 轴。通过查阅大量相关文献得出,当前振动训练普遍采用以下训练安排(如表 1):

表 1 振动训练方案表

训练指标	负重 (RM%)	振频 (Hz)	振幅 (mm)	训练频率 (次数/组/周)	训练组 (组)	间歇时间 (min)	施振位置	训练周期
	30-80	30-50	3-8	3-5	1-10	1-3	肌腱或肌腹	8 周及以上

1.2.2 振动训练分类及作用效果

振动训练按照部位分类可分为全身振动训练和局部

振动训练两种方式。局部振动力量训练,当前局部振动力量训练主要是针对上肢进行力量训练。

周苏源,危小焰^[8]在日常力量训练中附加适宜的振动刺激,其中振动频率为 25 Hz,振动训练周期 5 周,每周共训练 2 次,每次练习共 4 组,每组完成 8 次,负荷强度为最大力量的 80%。训练 5 周后得出受试者的目标肌肉最大力量明显提高,显著高于相关文献中报道的日常力量训练肌肉力量的最大值。

袁艳^[9]等人研究手臂在臂牵引器上进行最大力量训练的同时实验组额外增加一种适宜的振动刺激,最后研究发现实验组最大力量提高了 49.8%,而对照组的受试者平均只提高了 16.4%。研究结果表明:在力量训练时施加一种适宜振动刺激能够有效提高肌肉力量。

宋佩成,李玉章^[10]等人对比等长训练同时附加振动刺激与单纯进行等长训练,最后研究发现实验组受试者肘关节最大等长收缩力增长不明显,分析可能是实验过程中存在一些问题,现阶段国内外学者对于振动训练的作用效果存在多种不同观点,大多数研究主要针对与下肢,而对于上肢振动训练相关研究有限,因此现在亟待需要解决对振动训练的进一步深入研究以及对上肢振动训练效果的实验验证。

胡贤豪,王兴泽^[11]等人在一篇关于振动训练的研究中,运动员在进行训练的同时附加一种垂直方向的适宜振动刺激,其中振动频率为 35 Hz,振幅为 3mm,每周练习 3 次,每次训练 3-5 组,每组完成 10-12 次,最终研究结果得出运动员的最大力量增加了 40%。这种训练方法要求较为严格,振动频率要在适宜阶段、振动训练的时间也要严格控制,因此这种训练方法在实际操作中运用的较少,但此训练方法已经在力量训练领域受到足够的重视。目前,国内对振动训练的相关研究也越来越多。

彭春政^[12]等人利用自制振动台让运动员在振动台上做深蹲训练,训练周期共 8 周,最后结果表明,振动力量训练能够以相对较小的负荷有效提高肌肉的最大力量和爆发力,显著提高运动员身体运动表现。

1.2.3 振动训练对排球运动员能力的作用效果

近些年来,有些学者将振动训练与排球运动相结合进行深入研究,认为通过合理的振动训练能够对排球运动员的力量素质、爆发力、柔韧素质、协调平衡能力、扣球准确性、拦网技术、移动能力等有良好的促进作用。

胡蓉^[13]在振动力量训练对排球运动员运动能力的影响研究中得出在振动频 35Hz,振幅 3-6mm 的情况下通过 8 周的振动训练能够有效提高排球运动员的下肢爆发力,适应于常规训练。

何亚^[14]在关于排球运动员力量素质练习方法的实验

研究中得出在高频率振动训练、低频率振动训练、传统抗阻力量训练三种条件下,高频率振动训练有利于增强运动员核心力量,同时有利于提高运动员的平衡能力和下肢力量。

石鸿儒^[15]等人在对振动力量训练的效果研究中,设置了实验组和对照组进行对比实验,实验组利用 Power Plate 振动力量训练器对排球运动员进行全身振动力量训练,研究发现附加全身振动刺激的实验组运动员的弹跳素质比对照组运动员的弹跳素质提高明显,同时实验组运动员的速度素质和专项耐力素质也有所提高。最终得出全身振动力量训练对提高排球运动员的身体素质和专项能力有显著作用。

目前全身振动力量训练的相关研究主要针对腿部力量进行训练,运动员脚部接受相应的振动刺激,这也比较符合目前绝大多数运动项目的动作技术特点和发力的要求。

1.3 小结

综合以上研究表明,运动员在进行训练时不能只考虑局部,要想高效提高身体素质和专项技术就要紧密结合运动专项特点进行合理安排训练,应选择适宜科学的训练方法。目前关于排球运动员力量训练部位的相关研究,主要集中在躯干核心,而针对于排球运动员上肢力量训练方法研究相对较少;振动力量训练对提高排球运动员的身体素质和专项能力都有显著效果,但关于振动力量训练对排球运动员上肢能力发展的相关研究相对较少。基于此,本文拟通过设计排球运动员上肢行振动训练,旨在验证振动训练对排球运动员上肢肌力的训练效果,以及降低运动损伤的情况,从而推广振动训练在具体运动项目中的实际应用。

2 研究对象与方法

2.1 研究对象

本论文以振动力量训练对高校排球运动员上肢肌力的影响为研究对象。

2.2 研究方法

2.2.1 文献资料法

查阅中国知网近年来关于振动训练研究进展的相关文献资料,以及振动训练应用领域的文献。深入了解振动训练相关研究,目前已阅读文献 20 篇,其中近 5 年文献 12 篇,学位论文 5 篇,期刊 10 篇,会议录 5 篇。对查阅的文献资料和期刊进行汇总分类,进而确定研究目的,设计研究提纲,以为期开展实验研究提供一定的理论支撑。

2.2.2 访谈法

根据研究目的,设计相关访谈提纲,实验前对**师范院校排球教练和运动员进行访谈,去了解运动员上肢肌力训练存在的问题和运动损伤的多发部位,为实验干预方案的设计提供依据。实验结束后,再次进行访谈,了解

运动员的上肢肌力提升情况和运动损伤的改善情况,为研究结论的提炼提供参考。

2.2.3 实验法

本实验将**师范学院排球校队选取符合实验要求的 22 名学生作为实验对象,将实验对象分为对照组(11 人)和实验组(11 人),实验前对实验对象进行培训和讲解训练注意事项,并进行实验前的相关指标测试;实验训练过程中对照组进行传统抗阻训练(如壶铃等)、实验组进行振动力量训练(如美国产 Power Plate);训练时间共 12 周,每周训练 3 次,每次时长 30min,同时注意训练中两组每次训练负荷总量的等同控制。实验后对受试者进行相关指标测试,并分析数据结果,最终得出实验结论。

2.2.4 数理统计法

利用 SPSS24.0 软件,通过独立样本 T 检验的统计方法,对测试数据进行处理分析,数据结果以均数±标准差表示结果,其中 $P \leq 0.01$ 为高度显著性差异; $P \leq 0.05$ 为显著性差异; $P > 0.05$ 为无明显差异,从而为结论形成提供数据支撑。

3 研究内容

3.1 实验内容

3.1.1 实验目的

此实验目的在于探讨与分析对比振动力量训练与传统抗阻训练对排球运动员上肢最大肌力及爆发力的作用效果差异,旨在验证振动力量训练的优势所在,为力量训练方法提供补充,优化力量训练方法。

3.1.2 实验对象

根据实验目的,选取**师范学院排球校 22 人作为实验对象,其中实验组进行振动训练,对照组进行传统抗阻训练。为了保证两组的实验数据可比性,实验前,对两组队员的测试数据进行了协方差分析,数据情况见表 2。

表 2 受试者基本情况一览表 ($\bar{x} \pm SD$)

测试对象	人数	年龄	身高	体重	BMI	体脂率
实验组	n=11	20.76±1.05	1.75±0.05	65.65±10.1	21.37±2.76	12.07±5.40
对照组	n=11	19.78±0.97	1.73±2.19	60.18±11.6	20.30±4.33	13.62±8.57
P 值		0.86	0.83	0.53	0.51	0.12

通过表 2 可以看出实验对象的基本情况包括年龄、身高、体重、BMI、体脂率，由 P 值分析得出，实验对象各项指标均不具有显著性差异，两组实验对象具有可比性，这 22 名受试者身体条件基本符合实验要求，可以作为实验对象进行实验。

3.1.3 测试指标与方法

整个测试过程在保证安全的情况下有序进行，测试者在任何一项测试之前都要进行相应的统一热身与动态拉伸，正式测试前先进行预测试，以保证测试者正式测试数据的可靠性。

(1) 肩关节最大肌力测试

利用 Hoggan 肌力测试仪对肩关节最大肌力进行测试，测试者呈站姿，双脚自然平行站立核心收紧，手臂伸直手心朝下，肩关节在角度（60°）做前屈和后伸动作。

(2) 肩关节活动度测试

利用 Hoggan 关节角度测试仪对肩关节活动度进行测试，测试者呈站姿，双脚自然平行站立身体放松，手臂伸直手心朝下，将关节角度测试仪放于大臂外侧始终与手臂同步移动。

(3) 肘关节最大肌力测试

利用 Hoggan 肌力测试仪对肘关节最大肌力进行测试，测试者呈站姿，双脚自然平行站立核心收紧，大臂夹紧躯干，肘关节在角度（60°）做屈和伸动作。

(4) 肘关节活动度测试

利用 Hoggan 关节角度测试仪对肘关节活动度进行测试，测试者呈站姿，双脚自然平行站立身体放松，手臂伸直垂直放于身体两侧，大臂始终保持不动，将关节角度测试仪放于小臂外侧始终与小臂同步移动。

(5) 上肢爆发力测试

利用 myotest 爆发力测试仪对上肢爆发力进行测试，测试者自然仰卧于在卧推凳，调整躯干位置，使卧推杆位于胸部正上方或稍偏下，双手锁握卧推杆，当听到测试仪“嘀”的一声时开始进行测试，上推时快速发力同时吐气、下放时缓慢同时吸气，调整好节奏。

3.1.4 实验所需仪器设备

美国产 Power Plate 振动训练器；Hoggan 肌力测试仪；myotest 爆发力测试仪；壶铃一套；身体成分测试仪；身高体重仪。

3.1.5 实验方案

表 3 振动力量训练实验案例

部分	内容	次/组
准备活动	1.核心激活（平板支撑、侧肘撑、臀桥、动态变式平板支撑）	1min/1
	2.动态拉伸（全身性拉伸、大腿前后侧拉伸、最伟大拉伸）	1min/1 6次/1
	3.肩部激活（T、Y、W、L、肩关节环绕）	
训练内容	肩关节前平举	15-30s/2-3
	站姿划船	15-30s/2-3
	肩关节外展	15-30s/2-3
	二头弯举	15-30s/2-3
拉伸放松	1.软组织放松	1min/2
	2.静态拉伸	1min/2
训练周期	3次/周，共12周	

注：振动力量训练是利用 Power Plate 振动训练器对受试者进行训练，在实验过程中振动训练器采用频率为 30Hz，振幅在 2mm，2-3 组/次，每组训练刺激 6 次，每次刺激为 15-30s，次间隔 30s，组间歇 3 分钟。训练时要求受试者双脚分开与肩同宽，膝盖微屈，身体呈微蹲姿势，手持把柄或壶铃进行训练。

表 4 传统抗阻训练实验案例

部分	内容	次/组
准备活动	1.核心激活（平板支撑、侧肘撑、臀桥、动态变式平板支撑）	1min/1
	2.动态拉伸（全身性拉伸、大腿前后侧拉伸、最伟大拉伸）	1min/1 6次/1
	3.肩部激活（T、Y、W、L、肩关节环绕）	
训练内容	肩关节前平举	8-12/2-3
	站姿划船	8-12/2-3
	肩关节外展	8-12/2-3
	二头弯举	8-12/2-3
拉伸放松	1.软组织放松	1min/2
	2.静态拉伸	1min/2
训练周期	3次/周，共12周	

注：传统抗阻训练是通过壶铃进行训练。

3.2 实验结果与分析

3.2.1 实验组和对照组对排球运动员上肢最大肌力效果对比分析

表 5 两组实验前后排球运动员上肢最大肌力测试结果表（ $\bar{x} \pm SD$ ）

	测试指标	实验前	实验后
实验组 (n=11)	肩关节	屈 (F/N)	112.400±0.1000 193.327±1.2144**
		伸 (F/N)	62.555±0.0802 142.691±0.1670**
	肘关节	屈 (F/N)	238.155±1.6855 325.036±0.1855**
		伸 (F/N)	172.355±0.4770 252.437±0.2822**

测试指标		实验前	实验后
对照组 (n=11)	肩关节 屈 (F/N)	112.400±0.1000	148.655±0.3137*
	伸 (F/N)	62.555±0.0802	62.300±0.1000
	肘关节 屈 (F/N)	238.155±1.6855	265.327±0.2054*
	伸 (F/N)	172.355±0.4770	172.445±0.1436

注: *表示 $P \leq 0.05$, 显著性差异; **表示 $P \leq 0.01$, 高度显著性差异

从表 5 的数据结果得出, 经过为期 12 周的振动训练后, 实验组肩关节和肘关节屈伸最大肌力明显增加。且 $P \leq 0.01$, 具有高度显著性差异; 说明振动训练对提高肩关节和肘关节屈伸最大肌力非常有效。对照组经过 12 周壶铃负重训练后, 肩关节和肘关节前屈最大肌力有所增加, 后伸肌力无明显增加; 说明壶铃负重练习对提高肩肘关节前屈最大肌力有促进作用。从表 5 中对比振动训练和传统抗阻训练可以看出, 振动训练对提高肩关节和肘关节屈伸最大肌力作用效果明显高于传统抗阻训练作用效果。

3.2.2 实验组和对照组对排球运动员上肢爆发力效果对比分析

表 6 两组实验前后排球运动员上肢爆发力测试结果表 ($\bar{x} \pm SD$)

测试指标	实验前	平均值	实验后	平均值
实验组 (n=11)	$P_{\max}(\text{w/kg})$	229.754±1.6820	$P_{\max}(\text{w/kg})$	349.275±0.0840**
	V/ (cm/s)	89.672±0.9080	V/ (cm/s)	130.216±0.3130**
对照组 (n=11)	$P_{\max}(\text{w/kg})$	229.254±0.6740	$P_{\max}(\text{w/kg})$	262.725±0.0800*
	V/ (cm/s)	89.724±1.2050	V/ (cm/s)	108.257±0.1000*

注: *表示 $P \leq 0.05$, 显著性差异; **表示 $P \leq 0.01$, 高度显著性差异

从表 6 的数据结果可以得出, 实验前振动训练组卧推最大功率、速度的平均值分别为 229.8、89.7, 经过 12 周的振动训练后, 卧推最大功率、速度的平均值分别为 349.3、130.2。且 $P \leq 0.01$, 具有高度显著性差异; 说明经过的振动训练能够有效提高排球运动员上肢爆发力; 传统抗阻训练组实验前卧推最大功率、速度的平均值分别为 229.3、89.7, 经过 12 周的壶铃抗阻训练后卧推最大功率、速度的平均值分别为 230.7、90.3。且 $0.01 < P \leq 0.05$; 表明传统抗阻训练对提高排球运动员的上肢爆发力有一定的积极作用。从表 6 中对比振动训练和传统抗阻训练可以看出, 振动训练对提高排球运动员的上肢爆发力作用效

果明显高于传统抗阻训练作用效果。

3.2.3 实验组和对照组对排球运动员上肢关节活动度效果对比分析

表 7 两组实验前后排球运动员上肢关节活动度测试结果表 ($\bar{x} \pm SD$)

测试指标		实验前	实验后
实验组 (n=11)	肩关节 前屈 ($^{\circ}$)	165.237±0.100	178.327±1.2144**
	后伸 ($^{\circ}$)	45.555±0.0802	60.691±0.1670**
	肘关节 前屈 ($^{\circ}$)	148.155±1.6855	160.036±0.1855**
	后伸 ($^{\circ}$)	0.057±0.2070	0.007±0.200
对照组 (n=11)	肩关节 前屈 ($^{\circ}$)	164.400±0.100	165.655±0.3137
	后伸 ($^{\circ}$)	44.525±0.0802	44.200±0.100
	肘关节 前屈 ($^{\circ}$)	238.155±1.6855	241.327±0.2054*
	后伸 ($^{\circ}$)	0.005±0.0270	0.020±0.100

注: *表示 $P \leq 0.05$, 显著性差异; **表示 $P \leq 0.01$, 高度显著性差异

从表 7 的数据结果可以得出, 振动训练组受试者自身实验前肩关节前屈、后伸、肘关节前屈平均活动度分别为 165° 、 45° 、 148° , 经过 12 周的振动训练后, 肩关节前屈、后伸、肘关节前屈活动度分别为 178° 、 60° 、 160° 。且 $P \leq 0.01$, 具有高度显著性差异; 说明经过振动训练能够明显改善排球运动员上肢肩关节屈伸和肘关节前屈活动度; 传统抗阻训练组受试者自身实验前肩关节前屈后伸平均活动度分别为 164° 、 44° , 经过 12 周的壶铃抗阻训练后肩关节实验前后前屈后伸平均活动度无明显改善, 且 P 值 > 0.05 ; 而对肘关节前屈角度有一定的改善, 说明传统抗阻训练对排球运动员的上肢肩关节屈伸、肘关节前屈活动度无明显作用。

本研究结果显示, 振动训练和传统抗阻训练对排球运动员的肩关节屈伸最大肌力、肘关节屈伸最大肌力、上肢爆发力的增长情况之间不具有有一致性。通过 12 周的振动训练受试者的肩肘关节最大肌力、上肢爆发力及上肢关节活动度增长明显高于通过传统抗阻训练的受试者。

3.2.4 实验组和对照组对排球运动员上肢运动损伤改善情况

通过实验后与教练员和运动员的访谈发现, 实验组队员通过 12 周的振动训练干预后, 原有的上肢功能性障碍和

损伤得到不同程度的改善和降低。这说明振动训练有利于更快调动中枢神经系统兴奋性,并促进相关运动中枢之间的协调。

4 结论

(1) 振动训练能够有效提高排球运动员肩关节屈伸最大肌力、肘关节屈伸最大肌力、上肢爆发力且振动训练作用效果明显优于传统抗阻训练。

(2) 振动训练对排球运动员上肢慢性运动损伤和功能性障碍有明显的改善作用,同时能够显著提高排球运动员上肢运动能力。

(3) 振动训练对肌肉及肌间的粘滞性具有改善作用,进而提高人体关节活动度;减少肌肉在收缩过程中的摩擦力,进而提高肌肉收缩力量及收缩速度。

[参考文献]

- [1]董家秀,王朋高.核心力量训练对高校排球专选班学生专项素质的作用[J].中国体育教练员,2019,27(3):38-39.
- [2]顾军.核心力量与排球跳发球技术的关系及训练方法[J].湖北体育科技,2016,35(11):1026-1028.
- [3]何亚.基于排球运动员力量训练方法的实验研究[J].西安文理学院学报(自然科学版),2018,21(5):121-124.
- [4]任延宇.排球运动中力量训练的探究[J].当代体育科技,2012,2(12):15.
- [5]张明.下肢离心练习对提高女排运动员移动速度作用的实验研究[J].北京体育大学学报,2016,39(6):127-132.
- [6]叶强,庞飞,孙海洋,等.上肢振动力量训练研究进展[J].南京体育学院学报(自然科学版),2015,14(5):4-8.
- [7]朱梅新,张新辉.振动训练的生理基础与应用研究进展[J].辽宁体育科技,2009,31(3):26-28.
- [8]周苏源,危小焰.基于振动力量训练的研究进展[J].首都体育学院学报,2008(5):29-31.
- [9]袁艳,吴贻刚.振动刺激在力量训练中的应用及其机制研究进展[A].中国体育科学学会(China Sport Science Society).第九届全国体育科学大会论文摘要汇编(3)[C].中国体育科学学会(China Sport Science Society):中国体育科学学会,2011.
- [10]宋佩成,李玉章.振动训练法研究进展[J].体育科研,2010,31(2):78-82.
- [11]胡贤豪,王兴泽.后深蹲振动刺激训练对女子举重运动员后深蹲力量的影响[J].中国体育教练员,2003(2):9-11.
- [12]彭春政,危小焰,张晓韵.振动力量训练的机制和作用效果的研究进展[J].西安体育学院学报,2002(3):45-48.
- [13]胡蓉.振动力量训练对排球运动员上、下肢力量的影响研究[D].太原:中北大学体育学院,2018.
- [14]何亚.基于排球运动员力量训练方法的实验研究[J].西安文理学院学报(自然科学版),2018,21(5):121-124.
- [15]石鸿儒.排球运动员力量素质及训练方法[J].河北师范大学学报,1999(3):425-428.

作者简介:聂新和(1998-)男,广西师范大学,体育教学。