



Analysis of the Impact of Different Forms of Strength Training on Lower Limb Explosive Power in Jump Athletes

Haohan Zhou

College of Physical Education and Health Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua, China

Email: 2060820074@qq.com

How to cite this paper: Zhou, H.H. (2025) Analysis of the Impact of Different Forms of Strength Training on Lower Limb Explosive Power in Jump Athletes. *Open Access Library Journal*, 12: e12831.

<https://doi.org/10.4236/oalib.1112831>

Received: December 18, 2024

Accepted: January 23, 2025

Published: January 26, 2025

Copyright © 2025 by author(s) and Open Access Library Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Nowadays, the development of track and field events is accelerating, and the excellence of lower limb explosive power can directly affect sports performance, especially for jumpers, whose entire process from the approach to takeoff requires the participation of lower limb explosive power. Fast stretch-compression cycle training is a comprehensive training method that can simultaneously activate the stretching and contracting abilities of muscles, improving muscle elasticity and explosive power. The study mainly used literature review, experimental method, and mathematical analysis. Ten athletes from the jumping group of the Zhejiang Normal University track and field team were randomly selected for an 8-week training intervention. The fast stretch-compression cycle training was compared with traditional resistance training. The results showed that fast stretch-compression cycle training significantly improved the lower limb explosive power of the experimental group athletes, showing more advantages compared to the control group.

Subject Areas

Sports Science

Keywords

Fast Stretch-Shortening Cycle Training, Lower Limb Explosive Power, Traditional Resistance Training, Muscle

1. 前言

1.1. 研究背景

众所周知，大部分体育项目都需要一定的力量基础，比如说田径中跳

跃类项目的起跳动作、篮球中的扣篮及变向、足球中的摆踢动作都需要一定的下肢爆发力。我们也可以看到，在每个项目的体能训练当中，跳跃类练习是十分常见的。那么下肢爆发力的优秀与否可以间接地影响到运动员的成绩。基于思考以及以往的训练经验，笔者了解到了“快速伸缩复合训练”，即“SSC”。随着运动人体科学和运动力学的发展，国内外越来越多的教练体系开始在训练中加入快速伸缩复合训练(SSC)，以此来提高运动员的力量水平，提高竞技能力，取得更高的运动成绩。相较于传统抗阻训练，SSC以跳跃类的训练内容为主。随着体育科学的发展，竞技运动的训练方法变得逐渐高效化，21世纪以来，世界整体的竞技体育水平呈现一个质的飞跃，下肢爆发力的优秀与否可以直接地影响到田径运动员的成绩。2021年10月25日，国家体育总局发布《“十四五”体育发展规划》，该《规划》强调：要建立科学有效训练体系，坚持“三从一大”科学训练原则，借鉴国际先进训练经验，创新训练理念、方法和技术，统筹国际国内体育科技等优质资源，提升科学训练水平。

1.2. 研究目的

本文主要的研究目的是通过分析快速伸缩复合训练对浙江师范大学田径队跳组部分队员下肢爆发力指标的影响，并对快速伸缩复合训练方法与传统训练方法对浙江师范大学田径队跳组部分队员下肢爆发力指标的差异情况。

1.3. 研究意义

1) 理论意义：通过为期八周的干预后，探索出快速伸缩复合训练和传统抗阻训练对被试人员下肢爆发力的差异影响，制定出科学的下肢爆发力训练方法，使下肢爆发力训练的理论内容更有借鉴意义。

2) 现实意义：通过此研究为教练员、运动员提供可参考的训练方法和经验，对有效提高运动员的运动表现有很大意义。

2. 相关概念的界定

2.1. 爆发力

邓树勋等人在《运动生理学》中把爆发力定义为人体运动时所输出的功率，是指人体单位时间内所做的功^[1]。

2.2. 快速伸缩复合训练

快速伸缩复合训练被定义为离心收缩后紧接着爆发性向心收缩的快速且有力的动作。北京体育大学的王安利教授和孙文新认为用快速伸缩复合训练这个词作为中文译名可以更好地表达肌肉先做离心收缩，之后迅速进行向心收缩的动作模式。

2.3. 传统抗阻训练

传统的抗阻训练是指人体通过克服外界阻力从而达到提升肌肉力量的训

练方法[2]。

3. 相关研究

3.1. 快速伸缩复合训练的相关研究

1) 快速伸缩复合训练的生理学机制研究

快速伸缩复合训练利用肌肉的弹性和本体感觉特性，通过刺激机械感受器，在最短时间内增加肌肉募集，从而产生最大的力。

2) 快速伸缩复合训练的应用研究

赵志伟在《运用快速伸缩复合训练发展高考体育生快速力量的实验研究》一文中[3]研究得出结论：实验组采用快速伸缩复合训练的效果比对照组采用传统抗阻训练的效果要更好，说明快速伸缩复合训练对提高体育高考生的快速力量具有明显的效果。

3.2. 传统抗阻训练的相关研究

1) 传统抗阻训练的生理学机制研究

抗阻训练的原理主要是克服自身阻力做功或者是克服外周阻力做功[4]。抗阻训练可以有效提高肌肉的力量和爆发力，也为提高体能素质的其他方面奠定了良好的基础。

2) 传统抗阻训练的应用研究

抗阻训练确实可以通过增加肌肉维度、肌肉生理横断面积来增加肌肉的力量，还可以改善中枢神经系统对肌肉的协调作用。抗阻训练依据训练目的的不同可选择不同的训练负荷。

3.3. 研究述评

虽然传统抗阻训练可以在一定程度上提高运动员的爆发力水平，但是传统抗阻训练对爆发力水平的提升是有限的，而且提升效果因人而异。根据运动生物力学公式： $P = F \times V$ ，即输出功率 = 力 × 速度，但力的增加一定程度上会导致速度降低。在抗阻训练时，如果负荷过高，肌肉粘滞点过长会导致速度大幅降低，输出功率就会相应下降。而传统抗阻训练由于器械条件受限，大部分练习难以做到快速的离心收缩，快速伸缩复合训练的离心阶段是极快的，力学机制更贴近跳跃技术。

4. 研究对象与方法

4.1. 研究对象

本文以快速伸缩复合训练与传统抗阻训练对浙江师范大学田径队跳组10名队员下肢爆发力的影响作为研究对象。受试者1RM(1RM为一次所能举起的最大质量)深蹲均大于自身体重的2倍。在测试前2个月内无伤病、服药等情况，并告知所有受试者可能存在的风险及测试基本流程，且全部受试者填写了知情同意书。

4.2. 研究方法

4.2.1. 文献资料法

以“快速伸缩复合训练”、“传统抗阻训练”、“下肢爆发力”、“plyometric trainin”等关键词在中国知网、上海体育大学图书馆等平台进行文献检索查阅相关文献资料，对所获取的文献资料进行筛选、整理、阅读、归纳和分析，为本文的研究和撰写提供科学的理论支撑。

4.2.2. 实验法

本研究以 10 名浙江师范大学田径队跳组队员同学为研究对象，受试者无遗传病史、无心脏和肺部疾病、无高血压等疾病，随机将 10 名受试者分为实验组和对照组，每组 5 人，实验组进行快速伸缩复合训练，对照组进行传统抗阻训练，为期 8 周，实验前后分别检测被试的立定三级跳、立定跳远和 30 米计时跑三项专项素质指标。

4.2.3. 数理统计法

通过 8 周快速伸缩复合训练干预，利用 SPSS 数据分析软件分析对比实验对象训练前后的成绩变化。本研究所有实验结果均以平均数 \pm 标准差 (Mean \pm SD) 表示，对于实验前后专项素质指标差异的明显程度，采用双因素重复测量方差分析， $P < 0.05$ 为差异具有显著性， $P < 0.01$ 为差异非常显著， $P > 0.05$ 为差异不具有显著性。

4.2.4. 对比分析法

通过实验得出实验组和对照组的数据，对照两组数据的差异。

5. 实验设计

5.1. 实验对象

浙江师范大学田径队跳组 10 名队员。

5.2. 实验分组

随机将 10 名同学平均分至实验组和对照组。

5.3. 实验前培训

实验前两天向各组被试说明训练时间安排、训练内容以及注意事项，初步介绍训练内容的动作要领。

5.4. 实验时间、地点、器材

- 1) 实验时间：2024 年 9 月 4 日~10 月 28 日，为期八周，训练时间为每周三、周日下午，一次 1 小时，一共 16 次。
- 2) 实验地点：浙江师范大学北田径场、浙江师范大学风雨操场。
- 3) 实验器材：杠铃、跳箱、栏架、卷尺、秒表、小栏架。

5.5. 实验内容选取

实验内容选取见表 1、表 2。

表 1. 实验组训练内容

周期	训练内容	负荷量	间歇时间	训练频率
基础训练期 (1~4 周)	双脚原地直膝纵跳	20 * 3	组内间隔 1 min	一周两次
	弓步交换跳	12 * 3		
	连续双脚跳过栏架	6 * 3		
	跳深过栏架	8 * 2		
	跳箱	6 * 3		
提高训练期 (4~8 周)	行进间双脚直膝纵跳	30 m * 3	组间间歇 2 min	一周两次
	50cm 台阶交换跳	12 * 3		
	连续双脚跳过栏架	8 个 * 3		
	跳深过栏架	10 * 2		
	跳深衔接跳箱	6 * 3		

要求：所有动作力求快速完成，尽量减少与地面的接触时间，确保动作质量。快速伸缩复合训练应每周进行 2~4 次；组内间歇 1~2 min；组间间歇 1~3 min；这样可以保证运动员的神经肌肉系统的充分恢复[5]。

表 2. 对照组训练内容

周期	训练内容	负荷量及强度	间歇时间	训练频率
基础训练期 (1~4 周)	负重弓箭步走	12 步 × 3 组 20~40 kg	组内间隔 3 min	一周两次
	负重单腿蹲	10 次 × 3 组 50~80 kg		
	颈后负重半蹲	4 次 × 3 组 80% 1RM		
	颈后负重深蹲	3 次 × 3 组 80% 1RM		
提高训练期 (4~8 周)	颈后负重半蹲	6 次 × 3 组 50% 1RM	组间间歇 3 min	一周两次
	颈后负重深蹲	3 次 × 3 组 80% 1RM		
	杠铃硬拉	6 次 × 2 组 80~140 kg		
	杠铃高翻	6 次 × 3 组 70~90 kg		

要求：所有动作要在标准、安全的前提下进行。为了使实验数据更加科学公平，对照组不采取 100% 1RM。研究表明延长抗阻训练间歇时间对爆发力提升的效果更佳，因此组内间歇和组间间歇设置为 3 min。

5.6. 下肢爆发力测试动作

本研究下肢爆发力测试动作包括：立定三级跳、立定跳远和 30 米计时跑。

6. 研究结果与分析

由表 3 可以看出，经过八周的实验，三项专项素质指标都有不同程度的提升，但每项指标的提升幅度都不同。实验前立定跳远的平均成绩为 286 ± 1 (cm)，实验后则为 290 ± 7 (cm)，提升值为 4 cm，提升幅度为 1.40%，P 值为 0.034，P 值小于 0.05，具有显著性差异。实验前立定三级跳的平均成绩为 $804 \pm$

49 (cm), 实验后为 836 ± 44 (cm), 提升值为 32 cm, 提升幅度为 3.98%, P 值为 0, $P < 0.01$, 具有非常显著性差异。实验前 30 米计时跑的平均成绩为 4.1 ± 0.16 (s), 实验后为 4.05 ± 0.12 (s), 提升值为 0.05 s, 提升幅度为 1.22%, P 值为 0.12, $P > 0.05$, 不具有显著性差异。

因此, 可以得知 8 周快速伸缩复合训练对于立定跳远和立定三级跳的提升效果较为显著, 对立定三级跳的成绩提高更显著, 对 30 米计时跑的提高不显著。

表 3. 实验组实验前后各指标测试结果对比与分析

测试指标	实验前	实验后	提升值	提升幅度	P
立定跳远(cm)	286 ± 10	290 ± 7	4	1.40%	0.034
立定三级跳(cm)	804 ± 49	836 ± 44	32	3.98%	0
30 米计时跑	4.1 ± 0.16	4.05 ± 0.12	0.05	1.22%	0.12

表 4. 对照组实验前后各指标测试结果对比与分析

测试指标	实验前	实验后	提升值	提升幅度	P
立定跳远(cm)	282 ± 10	284 ± 8	2	0.71%	0.075
立定三级跳(cm)	799 ± 50	821 ± 47	22	2.75%	0.026
30 米计时跑	3.98 ± 0.18	3.93 ± 0.11	0.05	1.26%	0.16

由表 4 可以看出, 经过八周的实验, 三项专项素质指标都有不同程度的提升, 但每项指标的提升幅度都不同。实验前立定跳远的平均成绩为 282 ± 10 (cm), 实验后则为 284 ± 8 (cm), 提升值为 2 cm, 提升幅度为 0.71%, P 值为 0.075, $P > 0.05$, 不具有显著性差异。实验前立定三级跳的平均成绩为 799 ± 50 (cm), 实验后为 821 ± 47 (cm), 提升值为 22 cm, 提升幅度为 2.75%, P 值为 0.026, $P < 0.05$, 具有显著性差异。实验前 30 米计时跑的平均成绩为 3.98 ± 0.18 (s), 实验后为 3.93 ± 0.11 (s), 提升值为 0.05 s, 提升幅度为 1.26%, P 值为 0.16, $P > 0.05$, 不具有显著性差异。

因此, 可以得知 8 周的传统抗阻训练对于立定跳远和 30 米计时跑的提升效果不显著, 对立定三级跳的成绩提高较为显著。

关于两种形式力量训练对下肢爆发力素质指标影响的探讨

通过八周的实验干预, 实验前后数据的收集, 再对数据进行系统的分析, 可以得出快速伸缩复合训练和传统抗阻训练对被试下肢爆发力的提升都有一定的积极作用。

传统抗阻训练提高肌肉力量的原理在于通过克服外部阻力, 促使肌肉产生适应性变化, 包括肌纤维的结构改变、肌肉横截面积增大、神经肌肉协调性的提升。当肌肉在对抗阻力的过程中, 肌纤维会受到充分的刺激, 并出现结构上的微损。在随后的休息和恢复期间, 补充足够的蛋白质, 肌纤维会得到修复, 肌纤维数量增多, 横截面积增大。传统抗阻训练更多锻炼的是等长肌力和高负荷动态肌力。根据 $F = m * a$, 等长肌力代表的就是运动员的加速

潜力。加速阶段，运动员需要通过髌膝踝三关节的充分蹬伸来获得加速度，所以与地面的接触时间会更长，那么等长肌力就起到了主要功能，来提高高负荷动态肌力的代表是 1RM，代表是做功的能力或者冲量的能力，提升 1RM 意味着做功能力一定程度的提升。因此，可得对照组 30 米计时跑成绩的提升幅度要高于实验组。

但是实验组和对照组的 30 米计时跑成绩均未得到显著性提高，可能有以下几种原因：干预周期相对较短；30 米为起跑加速阶段，除了力量的提升，还应考虑技术、节奏、最大速度等因素；30 米距离较短，提升空间较小。

快速伸缩复合训练通过缩短离心收缩 - 向心收缩耦联时间，充分利用牵张反射原理，有助于提高对主动肌和协同肌的神经肌肉控制，从而提高 CNS 的反射性，提高神经募集能力。快速伸缩复合训练还可以降低腱梭的敏感性，其敏感性降低可以提高刺激对肌肉产生抑制作用的阈值，能够向肌肉骨骼系统施加更大的负荷，从而增加力的产生。当一些运动员具备了一定的力量基础，仍然跑不快、跳不高、跳不远，则需考虑肌肉的弹性、肌肉的收缩速度、肌肉的输出功率。快速伸缩复合训练可以训练到运动员的高速动态肌力，高速动态肌力代表了末速度，它是运动员起跳高度的主要影响因素，CMJ 测试就是利用了此原理。所以实验组的立定跳远和成绩提升幅度会比对照组要高得多且实验组立定三级跳成绩在实验后具有非常显著性差异。

7. 结论与建议

7.1. 结论

1) 实验组在立定三级跳测试中非常显著性的提高，说明快速伸缩复合训练相较于传统训练能明显提高高校体育专业学生的下肢爆发力能力。对照组的立定三级跳也有显著的提高，说明传统抗阻训练也能在一定程度上提高高校体育专业学生的下肢爆发力[6]。

2) 实验组立定跳远成绩有显著提高，对照组立定跳远成绩没有显著提高，说明快速伸缩复合训练对于提高立定跳远成绩的效果优于传统抗阻训练。

3) 快速伸缩复合训练和传统抗阻训练对 30 米计时跑的成绩都没有显著性提高，说明短期的快速伸缩复合训练和传统抗阻训练对 30 米计时跑不会有较大幅度的提高。

4) 据两组被试反馈，在做完八周的实验后，专项素质也有了一定程度的提高。实验组被试表明经过 8 周的干预，起跳速度有了明显的提高。

7.2. 建议

1) 传统抗阻训练是任何运动项目也是任何形式力量训练的力量基础，传统抗阻训练可以在冬训时为运动员提供力量储备，也可以起到保护肌肉、关节的作用。高质量的快速伸缩复合训练需要一定的力量基础，所以传统抗阻训练的重要性不可否认，虽然它对下肢爆发力的提升效果不及快速伸缩复合训练，但是对于弹速较快、成绩不理想的运动员可以通过适当的抗阻训练来提高最大力量，从而提高肌肉输出功率。

2) 进行快速伸缩复合训练前需要充分热身肌肉及各关节,降低肌肉粘滞性,提高神经兴奋度。训练者应该在精力充沛的情况下进行快速伸缩复合训练,根据恢复周期,爆发力恢复为 48 小时,神经募集能力为 72 小时,因此快速伸缩复合训练需要按照相应的恢复周期进行,避免疲劳训练导致受伤。

3) 进行跳深时,跳箱高度的设置应该因训练者的力量水平而调整,坚持具体问题具体分析。建议在进行快速伸缩复合训练之前根据训练对象的具体情况来制定训练计划,合理控制好训练强度和训练负荷及间歇时间;快速伸缩复合训练的动作模式可以专项化,更好地服务于专项[7]。

4) 做任何 SSC 练习时都要有意识地减少与地面的接触时间,尽量以最快的速度弹起。

5) 为增加训练者的练习兴趣,快速伸缩复合训练的训练方式可以多样化,可以采取各种变式,也可以从双腿训练进阶为单腿训练的动作模式[8]。

7.3. 研究不足与展望

1) 研究不足:受实验时间和浙江师范大学田径队跳组队内人数有限,本研究的涉猎深度和广度仍有不足,无法全面反映快速伸缩复合训练与传统抗阻训练对下肢爆发力的影响差异,具有一定的局限性。受条件设施限制,该实验所选用下肢爆发力的测试指标是较常用的运动学指标,没有通过等速肌力、峰值力、发力率、冲量等更精准的测试指标来测验下肢爆发力。

2) 研究展望:在未来的研究当中,期望能扩大研究院校和运动员的数量范围并延长实验周期,并采用增加更精准的测试指标测验下肢爆发力,从而验证不同形式的力量训练对下肢爆发力的长期效果。本研究仅针对我校田径队跳组队员,对于其他项目运动员的影响效果还需进一步研究。

Conflicts of Interest

The author declares no conflicts of interest.

References

- [1] 邓树勋. 王健. 乔德才. 运动生理学[M]. 第 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2015: 60-61.
- [2] 王禹. 陈晋云. 不同形式力量训练对高校女子排球运动员下肢爆发力影响的对比研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西大学, 2023.
- [3] 赵志伟. 运用快速伸缩复合训练发展高考体育生快速力量的实验研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西师范大学, 2016.
- [4] 刘美宏. 丁海勇. 超等长训练和抗阻力量训练对高中足球专项学生身体素质影响的比较研究——以杨思高级中学为例[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海体育学院, 2023.
- [5] 美国国家体能协会. NSCA-CSCS 美国国家体能协会体能教练认证指南[M]. 第 4 版. 北京: 人民邮电出版社, 2021: 50-80.
- [6] 王思念. 快速伸缩复合训练对广东省高考体育生立定三级跳远成绩影响的实验研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州体育学院, 2023.
- [7] 王龙洋. 於来康. 快速伸缩复合训练对高中体育生下肢爆发力和速度的影响[C]//第

十三届全国体育科学大会论文摘要集——专题报告(体能训练分会). 北京: 北京体育大学体能训练学院, 2023: 7345-7346.

[8] 王保成, 杨汉雄. 竞技体育力量训练指导[M]. 北京: 人民体育出版社, 2001: 165-189.

Appendix (Abstract and Keywords in Chinese)

不同形式的力量训练对跳跃运动员下肢爆发力的影响分析

摘要: 现如今田径项目发展速度加快, 下肢爆发力的优秀与否可以直接地影响到运动表现, 特别是跳跃类运动员, 从助跑到起跳的那一刻都需要下肢爆发力的参与。快速伸缩复合训练是一种综合性的训练方法, 能够同时激活肌肉的伸展和收缩能力, 提高肌肉的弹性和爆发力。该研究主要采用文献资料法、实验法、数理分析法, 随机选取 10 名浙江师范大学田径队跳组运动员进行为期 8 周的训练干预, 将快速伸缩复合训练与传统抗阻训练进行对比, 结果显示: 快速伸缩复合训练显著提升了实验组运动员的下肢爆发力, 与对照组比较更具优势。

关键词: 快速伸缩复合训练, 下肢爆发力, 传统抗阻训练, 肌肉