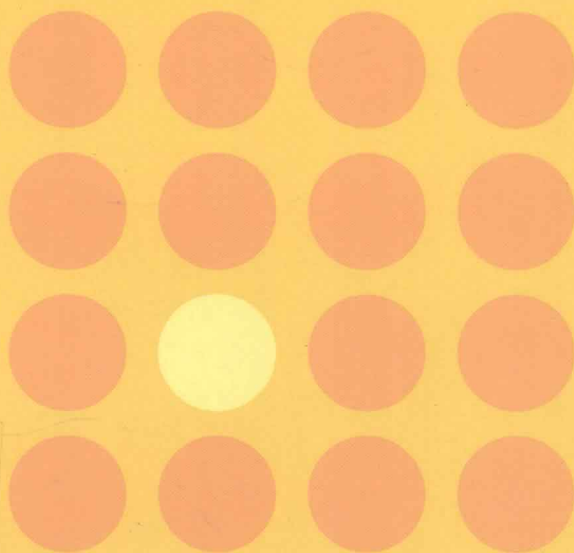


中国体育博士文丛

排球运动员扣球起跳动作 及其专项力量的综合研究

华立君 著



北京体育大学出版社

中国体育博士文丛

排球运动员扣球起跳动作 及其专项力量的综合研究

华立君 著

北京体育大学出版社

策划编辑: 潘 帅
责任编辑: 茹 茹
审稿编辑: 熊西北
责任校对: 李志诚
版式设计: 相 林
责任印制: 陈 莎

图书在版编目(CIP)数据

排球运动员扣球起跳动作及其专项力量的综合研究/华立君著.
—北京: 北京体育大学出版社, 2010.10
ISBN 978-7-5644-0569-4

I. ①排… II. ①华… III. ①排球运动—运动训练—
研究 IV. ①G842.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第203406号

排球运动员扣球起跳动作及其专项力量的综合研究 华立君 著

出 版: 北京体育大学出版社
地 址: 北京海淀区信息路48号
邮 编: 100084
邮 购 部: 北京体育大学出版社读者服务部 010-62989432
发 行 部: 010-62989320
网 址: www.bsup.cn
印 刷: 北京市昌平阳坊精工印刷厂
开 本: 787x1092毫米 1/16
印 张: 9.75

2010年11月第1版第1次印刷

定 价: 28.00元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)



作者简介

华立君，博士，副教授，现任哈尔滨师范大学体育科学学院副院长。1972年生于黑龙江省望奎县。1996年毕业于牡丹江师范学院体育系，获教育学学士学位。1999年～2001年于北京体育大学攻读硕士学位，师从于运动训练学专家刘大庆教授，获教育学硕士学位。2004年～2007年于上海体育学院攻读博士学位，师从于运动解剖学专家宋吉锐教授，获教育学博士学位。工作10余年来，主要从事体育教育训练学及运动人体科学的教学、科研工作，在体育类核心期刊发表相关学术论文近20篇，主持和参与完成相关科研课题近10项。

摘 要

随着世界排球竞技水平的快速发展,培养具有世界水平的优秀排球运动员,迅速提高我国排球运动员的网上实力已成为必须解决的一个重要课题。本课题选择排球运动员四号位上步扣球的起跳动作作为研究对象,利用先进的运动生物力学测试仪器,通过摄像、足底压力和肌电多机同步测试结合等速测试等实验来准确获得排球运动员上步扣球起跳过程中的运动学、动力学和生物学参数,运用人体运动学和生物学理论进行分析,探索起跳动作的专项特征及影响运动员起跳效果的相关因素,在此基础上联系排球运动员专项力量训练实践中存在的具体问题,通过训练学实验为运动员的专项力量训练提供理论和方法指导。本研究获得了比较完整的、能够揭示排球运动员起跳技术动作及其专项力量特征的运动学、动力学和肌电学数据,为排球教练员指导训练提供了科学依据。

具体研究结论如下:

(1) 排球运动员上步扣球起跳动作可分为缓冲、等长制动和蹬伸三个阶段。各阶段时间占起跳总时间比重是影响扣球起跳时相结构的重要因素,因此训练中要注意起跳时相结构的合理性;运动员起跳过程中髋、膝、踝关节的变化特点说明下肢伸肌群完成的是“拉长—缩短周期”收缩,因此训练中要加强下肢伸肌群的超等长力量素质的训练。

(2) 排球运动员在上步扣球起跳过程中足底压力随时间

变化大体呈双峰形曲线。足底压力随时间变化的特点是影响起跳效果的重要因素，因此训练中要重视运动员快速起跳能力的训练；起跳过程中右足各区足底压力峰值出现次序说明排球运动员足底压力分布具有传递性特征，因此选择专项力量训练时要选择与此特征相似的方法和手段。

(3) 排球运动员臀大肌、股四头肌和小腿三头肌等伸肌群在起跳过程中发挥着重要的作用，因此训练中要重视下肢伸肌群起跳能力的训练；缓冲阶段股后肌群的作用应该引起足够的重视，训练中要有针对性地提高股后肌群的力量训练水平；在起跳过程中下肢屈伸肌群活动的时间先后顺序具有规律性，下肢肌肉通过协调用力产生最大的功效。

(4) 排球运动员膝关节等速肌力特征符合 Hill 方程和力速曲线关系；等动测试运动期间采集到的股四头肌肌电信号可以客观地评价积分肌电与肌力指标之间的关系，指导专项力量训练实践。

(5) 下肢多关节等速深蹲起测试结果表明下肢肌肉工作特点与起跳动作的蹬伸阶段具有相似性，提示我们可以利用先进的等速测试与训练系统进行排球运动员下肢专项力量的训练。

(6) 立定三级跳、多级单脚跳、跳箱跳深、跳栏架等跳跃练习等超等长力量练习，通过实验证明对发展排球运动员上步扣球起跳动作的专项力量非常有效；尽管杠铃负重练习存在着弊端，只要在安排和使用方法上突出专项技术特征，杠铃负重练习在排球运动员起跳动作力量练习中仍占有重要地位。

(7) 在训练实践中，系统地进行排球运动员起跳力量特征的研究，寻找科学的专项力量训练方法，是提高运动成绩、改变我国排球运动员专项能力落后状态的重要途径；排球教练员应该明确下肢工作肌群的退让收缩能力是决定排球运动



员起跳效果的主导因素，明确起跳过程中“退让”与“克制”这两种既有联系，又有区别的肌肉工作方式，准确地选择训练方法和手段，努力提高训练科学化水平。

(8) 建议在本研究基础上，扩大样本数量，采用更为先进的高速摄像系统，结合 16 道肌电测试系统和足底压力测试系统对排球运动员左右腿具有代表性的肌肉进行相关研究，更深入地揭示排球运动员起跳动作的运动学特征，同时对排球运动员所有的专项力量训练手段进行测试分析，为提高训练科学化水平，更好地指导训练实践服务。

关键词：排球运动员；上步扣球；起跳动作；专项力量；运动学特征

Abstract

With the fast development of the world volleyball athletic level, it has become an important topic to be settled about training the outstanding volleyball athletes and rapidly enhancing volleyball athlete's level on the net in our country. In this paper, I chose the take-off in spike at the fourth position as my research object, using advanced biological mechanic measuring instruments, the photograph, footscan insole system and the electromyography test system in order to obtain the volleyball athletes' kinematics, dynamics and the biology parameter accurately in the jump process. By using the theories of kinematics and biology theory, this paper intends to explore the features of take-off and its related factors which may affect the effect of take-off. Moreover, on such basis, this research relates the existing concrete questions and provides a theory and method instruction for athlete's special strength training through the training experiment. Also, this research obtains a lot of complete data of kinematics, dynamics and the electromyography which can promulgate skills of the features of take-off and its special strength and thus it provides a scientific basis for a volleyball coach to direct his training.

Concrete conclusions as follows:

(1) Volleyball athletes' step spike can be divided into three phase: the cushion phase, the brake phase and the extend stage. As it is an essential factor that total time proportion occupied by take-off in various stages can influence its take-off structure, it should be pay to be rational when we are training. On the other hand, the changed characteristics of the athletes' hip, knee and ankle joint in the jump process show what the lower limb stretch muscle group completes is "Stretch-shortening



cycle", therefore we must strengthen the quality of the lower limb stretch muscle group in our training.

(2) In the jump process, it shows a double peaky curve for the changes of plantar pressure of volleyball athletes with its related time which is an important influence factor for take-off action. Therefore, we should pay attention to strengthen the ability of fast take-off by volleyball player in training. At the same time, the order appeared in right foot-bottom volleyball athletes explains their plantar pressure has a transmission feature, so we should choose similar methods and means matched with above features in special strength training.

(3) In the jump process, the stretch muscle groups of volleyball athletes, such as gluteus maximus, quadriceps and triceps surae are playing a vital role in the jump process, therefore we must pay attention to take-off training of the lower limb stretch group. In addition, we should also pay enough attention to function of the muscle group after the cushion stage, so training should be pointed at enhancing strength level of the muscle group. Besides, in the jump process, it is regular for time order when the lower limb group acts, among this, the lower limb muscle makes an effort through the coordination to have the biggest effect.

(4) Features of volleyball athletes' knee joint constant speed muscle strength conform to the Hill equation and the strength-velocity curve relations. And electromyography signals of quadriceps gained in the period of test movement may objectively evaluate relationship between the IEMG and the muscle strength, instructing the specific strength training .

(5) Test result of lower limbs deep squat at constant speed indicates that muscle working characteristics of lower limb have the similarity with extend stage when jumping, which prompts us to use the advanced constant speed test and training system to apply special strength training for the volleyball players' lower limb.

(6) Through the experiment, the strength practice such as the triple jump, multistage jump by single foot, deep jump by vaulting-box



and high-jump bar, proved to be extremely effective to develop special strength in the volleyball athletes' step spike. Although the barbell exercise has its shortcomings, the barbell practice still takes an important position in the take-off strength practice for volleyball players as long as it can show the special technical characteristics in arrangement and application methods.

(7) In the training practice, it is an important way to carry on the feature research of volleyball athletes' take-off strength systematically, and seek the scientific special strength training methods, which will enhance the movement effect and change backward condition of volleyball athletes' special ability in our country. In addition, the volleyball coaches should make clear that the "concession-contraction" ability of the lower limb is a leading factor to decide the volleyball athletes' take-off effect. So we should understand there are not only some relations but distinctive ways of muscle work between "concession" and "the restraint" in the jump process, then choose a training method accurately to raise our training level in a scientific way.

(8) On the research foundation, my suggestions is to expand sample quantity, use the more advanced high speed photograph system together with the 16 electromyography tests system and plantar system to study the muscles of volleyball players' left and right leg. Thus it can promulgate more thorough for kinematics features of the jump. Another suggest is to test the training methods of the volleyball specific strength and analysis them deeply, so as to enhance scientific training level and better instruct the training practice.

Key Words: volleyball player; step spike; take-off ; specific strength; kinematics features

目 录

1 前 言	(1)
1.1 选题依据.....	(1)
1.2 研究工作流程图.....	(3)
2 文献综述	(5)
2.1 排球运动员起跳动作的研究综述.....	(5)
2.2 排球运动员专项力量研究综述.....	(16)
3 研究对象与方法	(33)
3.1 研究对象.....	(33)
3.2 研究方法.....	(34)
4 扣球起跳动作的测试结果与分析	(44)
4.1 起跳动作的运动学分析.....	(44)
4.2 起跳动作的动力学分析.....	(53)
4.3 起跳动作的肌电学研究.....	(64)
5 等速结合肌电测试结果与分析	(77)
5.1 膝关节等速测试结果及其分析.....	(78)

5.2 多关节等速测试结果与分析·····	(86)
6 排球运动员起跳专项力量训练方法的设计与应用···	(93)
6.1 当前排球运动员专项力量训练中存在的问题·····	(94)
6.2 排球运动员起跳动作肌肉工作特点分析·····	(95)
6.3 排球运动员起跳专项力量训练方法的理论分析·····	(96)
6.4 杠铃在起跳专项力量训练中作用的分析·····	(98)
6.5 股后肌群力量训练方法的设计·····	(100)
6.6 起跳专项力量训练对比实验·····	(101)
7 结论与建议·····	(108)
致 谢·····	(110)
参考文献·····	(112)
附 件·····	(120)

1 前 言

1.1 选题依据

排球作为我国竞技体育的优势项目，是唯一获得过奥运会冠军的球类集体项目。中国女排曾在 20 世纪 80 年代取得过五连冠的辉煌，男排也曾获得过世界第五名的佳绩。但是由于多种原因，在整个 20 世纪 90 年代，我国排球竞技水平跌入了低谷。2004 年，在时隔 20 年后中国女排又在雅典重获奥运会冠军，我们在为之高兴的同时，也看到了当前国际女子排坛诸强争霸和中国男排正在为冲出亚洲而努力的现实。承载着国人期望的中国排球能否续写过去的辉煌并在 2008 年的北京奥运会上实现排球协会要求的目标，即女排夺冠，男排进入前八名，是摆在每一位排球教练员、运动员和科研工作者面前义不容辞的责任。

当前，排球运动员身体训练已经成为排球研究中的重点领域，而弹跳力训练则是研究重点中的重点。古巴女排 20 世纪 90 年代的成功就是一个依靠出色弹跳制胜的典型范例。所以，弹跳力的研究和训练已成为研究的前沿课题之一。研究者采用不同研究方法分别从运动员形态、肌纤维类型、血型、年龄、纵跳动作方法和身体素质等诸因素出发，以探讨弹跳力与诸因素之间的相互关系。在此基础上，展开对弹跳力训练方法手段的深入研究获得了较好的效果^[1]。在我国，如何突破运动员弹跳力发展的极限，以便能在国际大赛中与素质超群的欧美运动员抗衡是一个必须解决的关键问题。

在现代排球运动中，网上时空优势已成为影响比赛胜负的一个非常重要的因素。国内外各种大型比赛表明：一支队伍如果不具备强大的网上优势，难以取得好的名次。因此，如何科学有效地提高排球运动员的专项弹跳能力是广大教练员、科研人员所关心的问题，同时也是训练实践中亟待解决的课题。排球运动员的弹跳力对于提高排球运动的水平起着决定性的作用。首先，弹跳力是掌握高难度排球技术的

基础,因为扣拦技术是当前排球比赛的主要得分手段;其次是以快攻为核心并结合跑动进攻的一些集体配合战术,无不以良好的弹跳力为基础。排球运动所需要的弹跳力不仅要求跳得高和有腾空时间,而且还要求跳得快。作为一名排球运动员,如果弹跳力不好对球队的水平提高无疑是巨大的障碍,这也正是多年来制约中国竞技排球发展的“瓶颈”。

培养具有世界水平的优秀排球运动员,迅速提高我国排球运动员的网上实力已成为必须解决的一个重要课题。为尽快缩短我国运动员与欧美强队在弹跳能力方面的差距,本课题选择排球运动员四号位上步扣球的起跳动作作为研究对象,利用先进的运动生物力学测试仪器,通过摄像、足底压力和肌电多机同步测试以及等速测试等实验来准确获得排球运动员上步扣球起跳过程中的运动学、动力学和生物学参数,运用人体运动学和生物学理论进行分析,探索起跳动作的专项特征及影响运动员起跳效果的相关因素,在此基础上联系排球运动员专项力量训练实践中存在的具体问题,为运动员的专项力量训练提供理论和方法指导。同时,这一研究思路和目标的实现将为运动生物力学手段在其他项目技术分析及专项力量训练方法设计方面提供有益的借鉴。

在科学高度发展的今天,体育借助高科技的手段进行科学研究是发展的必然。从目前对排球扣球技术的生物力学研究来看,研究成果局限于对扣球各环节的运动学分析方面,还有一些从解剖学角度进行的定性分析,而对下肢各环节的动力学研究及各关节肌肉群在不同起跳动作中作用的有价值研究很少,究其原因主要在于起跳动作的复杂性和研究手段方法的不完善。从已有的文献看到,虽然很多学者对运动员的下肢、上肢和躯干等进行过相关研究,研究项目涉及田径、游泳、摔跤、球类、自行车等,但是每位学者只是从某一方面进行研究,而且只限于局部的、个别的肌肉和肌群^[2]。本研究是对排球运动员下肢主要肌肉群进行的综合性研究,这不仅具有理论意义,而且还具有实际应用价值。

本课题通过研究将达到以下目的:

(1) 本研究利用艾力尔智能化力量诊断与训练系统,通过对男排运动员下肢屈伸肌群的等速测量,同多机同步测试获得的起跳动作运动学参数相结合进行综合分析,探索特征速度下如何发展与特定技术动作相关的发力肌群的力量水平,如何提高专项力量训练的效率和质

量,使肌肉协调有力,以便更有效地提高运动效果。

(2) 本研究通过足底压力分布测试系统进行足部动力学参数采集,在统一的外部运动条件环境中,描述足部的运动生物力学特征。在数据的分析处理基础上,定量揭示排球运动员起跳技术的足部动力学规律和特征,为正确理解起跳技术动作原理奠定基础,为专项力量训练方法的设计提供科学依据。

(3) 通过肌电学与运动学、动力学的综合研究,得到排球运动员下肢主要肌肉参与活动的起始时间、各块肌肉之间参与活动的时间顺序关系,以及各块肌肉之间的协作关系与配合形式、肌肉用力的大小及其变化状况等表征运动技术质量的重要信息,为排球运动员专项力量训练方法手段的设计提供科学依据。

(4) 本研究将为排球运动员的肌肉力量的诊断与训练提供科学依据。通过将每个运动员的肌肉力量检测结果反馈给教练员,可以针对每个运动员的具体情况制定相应的训练计划,使训练更有科学性、针对性和实效性,同时研究将针对排球运动员的专项特点,在研究起跳动作及其专项力量的特征基础上,设计出科学合理的专项力量训练方法和手段,为排球运动员进行专项力量训练提供科学指导。

1.2 研究工作流程图(图1-1)

排球运动员扣球起跳动作及其专项力量的综合研究

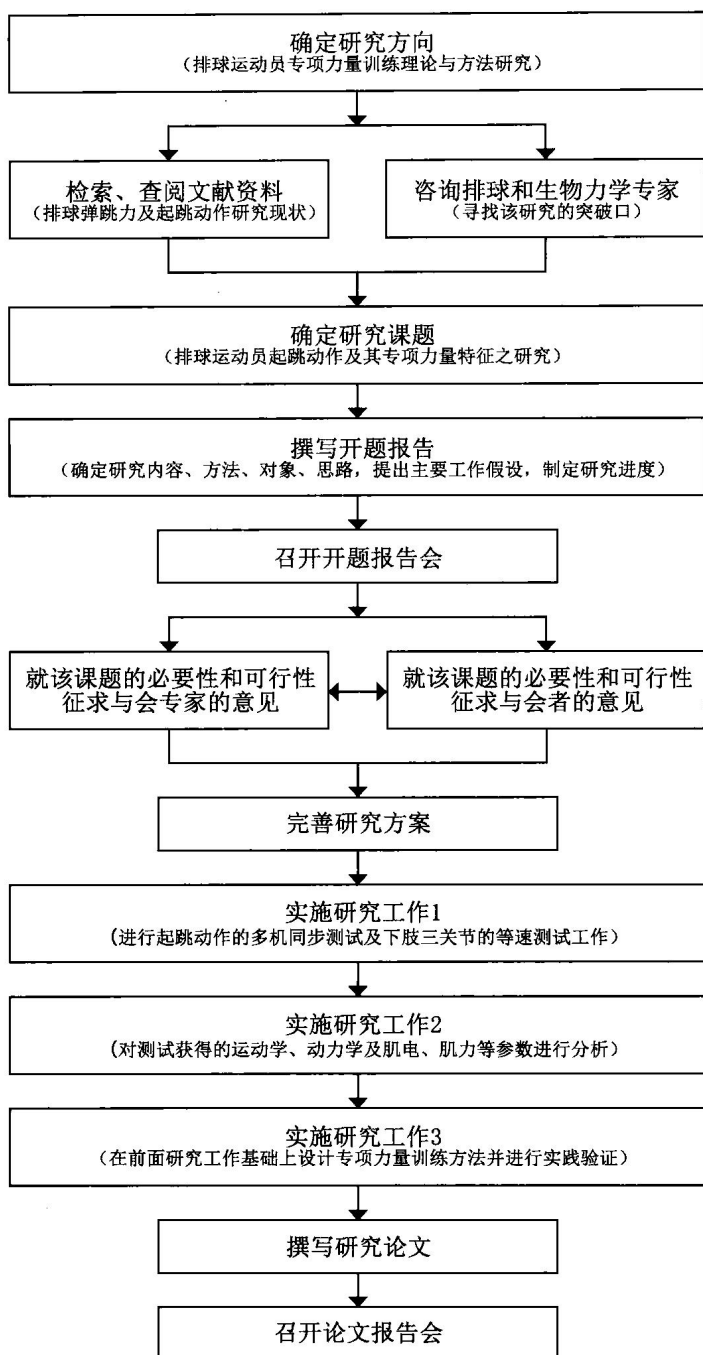


图1-1 研究工作流程图

2 文献综述

2.1 排球运动员起跳动作的研究综述

随着科学技术的发展,高速摄影机、测力平台和肌电图技术手段在体育科研中的运用日益广泛,使得对排球运动员起跳技术的运动学、动力学以及生物学参数的获得越来越便捷,在一些排球科研先进的国家,已经出现通过多种仪器同步或相继测试同一动作的多维研究方法对扣球技术进行研究,以便更全面地揭示其生物力学方面的规律^[9]。国内的相关研究还大多集中在扣球动作的运动学分析和整体动作效果研究方面。在这些研究中,通过高速摄影机对一些高水平运动员的比赛现场动作进行拍摄,然后进行运动学对比分析的研究又占了相当大的比例。此外,还有不同位置扣球动作的运动学比较分析。由于这些研究侧重扣球动作的整体效果,因此对起跳动作的研究不够具体和深入。

2.1.1 运动学研究

研究表明,扣球起跳动作的运动学研究普遍利用运动生物力学分析法,通过高速摄影对比赛中的起跳动作进行分析,研究对象主要以优秀的进攻队员为主。

英国的 S.G.S 科尔曼^[9]在排球扣球技术的三维高速摄影分析一文中指出,起跳时的重心垂直速度的平方与纵跳高度间有显著关系($R=0.78$, $P<0.01$),其他数据无统计学意义。该研究结果表明,扣球动作的起跳速度、合理的技术动作与起跳高度关系密切,为增加起跳高度提供了理论依据。加拿大的 J.Samson 以加拿大国家男排为研究对象进行了扣球助跑起跳技术的运动学定量研究,发现起跳中髌关节伸展早于膝、踝关节。日本筑波大学排球科研小组利用三维摄影技术和 DLT 方法进行了强攻扣球技术的运动学分析,他们对助跑、起跳和挥臂击球等技术进行了较为详细的分析和探讨,文章中还根据实验数据同优秀运动