

功能性训练概念辨析与理论架构的研究述评

姜宏斌

(安阳工学院 体育教学部, 河南 安阳 455000)

摘 要:近年来,功能性训练在运动康复、力量及体能训练等领域得到了广泛运用且效果显著,同时存在理论认知模糊与实践操作盲目等问题。综合研究表明:功能性训练的产生具有深刻的学术及社会背景,是基于人体运动链理论、动作模式概念及竞技能力构成模型的一种训练理念及方法体系;强调运动康复及健康观念,坚持训练方法与目标运动方式的一致性,树立训练整体观念,强调核心区域力量的价值,重视运动过程中多方位多关节的联动作用等特征;基本内容涵盖功能动作筛查、物理治疗、功能动作训练;与传统训练理论是优势互补的辩证关系,针对运动员的竞技状态水平、训练时段要求、运动项目特征合理安排两者主次关系。中国体能训练理论体系需要挖掘民族传统体育,总结奥运竞技优势项目经验,选择性引进与吸收欧美新兴体能训练方法及理论。

关 键 词:竞赛与训练;功能性训练;述评

中图分类号: G808.12 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2015)04-0125-07

An analysis of the concept of functional training and a review of researches on its theoretical framework

JIANG Hong-bin

(Department of Physical Education, Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China)

Abstract: In recent years, functional training has been extensively applied in areas such as sports rehabilitation, strength and endurance training etc, and achieved a significant effect; in the mean time, there are problems such as ambiguous theory cognition and blind practical operation etc. The author revealed the following findings: the production of functional is provided with profound academic and social backgrounds; functional training is a training conception and method system based on human movement chain theory, movement pattern concept and competitive ability composition model; it is provided with such characteristics as emphasizing sports rehabilitation and health conception, sticking to the consistency of training methods and the targeted way of movement, establishing training holism conception, emphasizing the value of strength in core areas, valuing the united function of multiple joints in multiple directions during movement etc; its basic contents cover functional movement screening, physical therapy, functional movement training; its relationship with traditional training theories is the dialectical relationship of mutual advantage supplementation, and the primary and secondary relation of the two types of training should be rationally arranged according to athlete competition conditions, training period requirements and sports event characteristics. The endurance training theory system in China should work more on traditional national sports, summarize experiences in advantageous Olympic competitive events, and selectively introduce and absorb endurance training methods and theories emerging in European and American countries.

Key words: competition and training; functional training; review

功能性训练(functional training)起源于 20 世纪末期的物理治疗及运动康复领域^[1],目前在大众健身、运动

康复训练、力量及体能训练领域得到了广泛的应用。我国在备战 2012 年伦敦奥运会期间引进了功能性训

练,其中与美国运动员功能性研究所(Athletes' Performance Institute, AP)的学术交流工作,显著改善了奥运级别运动员体能训练及竞技水平,掀起了国内继悬吊与核心训练之后的新一轮体能训练的高潮——功能性训练。当前国内功能性训练领域存在学术研究滞后,与训练实践盲目的问题,概念原理歧义与理论认知模糊等现象。本文以功能性训练发生发展的社会及科学背景为研究出发点,通过对功能性训练领域不同训练机构创建人及学者持有训练理念与方法进行梳理,即客观表述功能性训练的概念、探究其运行的生理机制,揭示其固有的本质特征,比较其与传统训练模式差别,力求对当下功能性训练的理论与实践框架予以清晰明理的述评。期望在弥补功能性训练学术领域研究的不足的同时,科学合理地指导运动训练实践,加快建构本土化体能训练的理论框架与话语系统,迅速提高中国整体竞技体育水平及成绩。

1 功能性训练的起源

21 世纪以来功能性训练理念及方法体系在世界范围内的运动康复、力量及体能训练等领域得到了广泛的推广及应用,从功能性训练的起源、学术背景、训练理念及方法等方面回顾其理论与实践探索历程将会对我国力量及体能训练理论的方法论层面的创新与发展大有裨益。20 世纪物理治疗领域针对动作障碍诊断及康复经历了骨骼肌、中枢神经系统、关节、动作 4 个时期^[2],90 年代后期伴随着综合考虑骨骼肌肉或神经系统在动作障碍发挥作用认知的转变,动作成为研究的新方向。美国矫形专家 Gray Cook^[3]和训练专家 Lee Burton^[4]等人率先设计了基于动作模式来预测运动风险的筛查系统。2001 年 Gray Cook 在《高水平竞技体能训练》一书中首次提出“功能动作筛查”概念^[5]。新世纪以来功能性训练理念及方法体系在以美国为首的体育协会与商业组织中迅速传播与应用,涌现出一批优秀的体能训练师及运动训练专家,期间设计了大量的实践操作手段及方法,建构了各具特色及相对完整的科学训练体系,取得了业界人士的肯定与良好的社会经济效益。国内首先由国家体育总局组织专家翻译了《动作-功能动作训练体系》^[6]和《竞技能力的全面发展——身体功能训练的艺术与科学》^[7]等一批学术著作;2010 年北京体科所建立了第一所功能性体能训练实验室^[8],2011 年 9 月国家体育总局训练局成立了“备战伦敦奥运会国家队身体功能训练团队”且与美国 AP 组织签署了相关合作协议^[9];在其后上海、北京、武汉等地相继召开了不同形式及层次的功能性训练学术会议,推动了其在各项目层次教练员队伍与科研院所研

究机构间的传播应用;北京体育大学与首都体育学院相继有了身体运动功能训练本科专业及博士授予点,强化了学科与人才梯队建设。

“一种训练方法论的问世,必将对人体运动表现及竞技体育领域产生巨大影响,此趋势就是功能性训练”^[10]。功能性训练理念的创新与兴起具备深刻的学术背景。首先,现代竞技体育赛事的职业化商业化趋势愈演愈烈,全年赛制场次及比赛强度剧增,对运动员能否达到竞技水平极限、持续保持状态及预防运动损伤的因素之一的体能提出了苛刻要求,以结构性力量训练、大周期训练、超量恢复理论为代表的传统运动训练理论不断受到挑战与质疑,时代呼唤对旧的运动训练理论进行优化改良和创新训练理念及方法体系^[11];其次,以神经肌肉系统激活、募集及控制为主线的功能动作训练理论在运动康复与竞技训练等领域不断弥补经典训练理论的不足;最后,在以 NSCA 美国国家体能协会、MBSC 迈克·博伊尔力量及体能训练中心、AP 等为代表的美国体能训练机构的强势宣传及推广运作背景下,最终引发了竞技体育训练观念的革命。

2 功能性训练的概念

《辞海》中对“功能”的解释是:事物或方法所发挥的有利作用、效能。《现代汉语规范词典》的解释是:事物的功用和效能。康复医学“功能性训练”特指患者借助训练逐步实现人体日常活动的基本能力^[12]。《特殊教育辞典》定义:功能性训练通过运动疗法对有功能性障碍的机体训练,达到改善身体功能的目的,如上下肢的运动功能训练或主动与被动的肢体运动^[13]。《高水平竞技体能训练》认为:功能性训练是一种模拟人体在自然状态下机体运动的训练模式,通过强化核心力量促进神经肌肉系统愈发高效的训练方法。涵盖动作连接的稳定性、加减速^[14]等练习在内的整体性、多关节、多维度的动作训练,可以显著提高运动员完成日常生活及体育运动效率与经济性。《动作-功能动作训练体系》认为:功能性训练强调人体动作模式合理与身体基本姿态规范,利用对脊柱力量、动作模式、恢复与再生、动力链等环节的系统性优化,提高专项运动能力的新兴训练方法及理念体系^[6]。

国外以功能动作筛查(FMS)发明人 Gray Cook^[14]为代表的学者持“功能性训练是寻求不同运动项目间的共同点”的观点;以 TFW 训练体系发明人 Martin Rooney 为代表的专家认为“功能性体能训练必须体现不同运动项目的专项特征”^[15]。美国国家运动医学会(NACM)秉承“功能性训练特指那些涉及到具体目标动作完成的人体运动链中的部分链及链接训练,包括符

合特定目标动作特征在内的多维运动轨迹加减速及稳定性的训练动作”的理念^[16]。美国运动委员会(ACSM)坚持“功能性训练是部分训练动作的综合体,包括特定目标动作完成所需的稳定性训练、平衡性训练、核心训练等内容”观点^[17]。Gambetta V^[18-20]认为:功能性训练涉及到动作完成的加减速和稳定性,呈现多平面、多关节和本体感觉多元的特征,通常借助稳定性调控、地面反作用力、重力作用与冲量产生进行训练。将功能性训练引入竞技体育的 Mike Boyle 认为:功能性训练本质是有目的的训练,是一系列涉及本体感觉与平衡,以脚为支撑且无器械帮助进行的动作练习,强调克服自身体重与稳定性控制^[21]。美国体能协会主席(NSCA)主席 Santana J.C^[22]认为:功能性训练是提高运动员爬、跑、跳等人类基本运动能力并运用到竞技训练领域的一系列活动。Steven Plisk^[23]认为:功能性训练就是将具有协调性及灵活性要求、力学特征的动作训练融入到日常的生活中去。Thomas kurz^[24]认为:功能性训练是一种整体性动作训练,不局限于局部肌肉力量的训练,通过运动模式训练达到高效与稳定。

袁守龙认为:功能性训练的目的在于为了提高运动能力,利用核心力量的强化训练改善神经肌肉系统的高效运行而采用的训练方法,包括动作衔接的稳定性、加减速等练习在内的多维度、多关节、整体性的运动动作训练^[25]。李丹阳^[26]认为:功能性训练就是通过全面性的身体训练,力求整体上提高人体运动系统的工作效能,以求达到竞技水平较高水平发挥的训练方法体系。

综上所述:国内外众多学者对功能性训练概念认知存在多元化倾向,首先,从运动生物力学角度指出功能训练的动作特点要素,说明了动作衔接的加速度、功能平衡状态和多维度的特点;其次以解剖学理论为出发点,分析身体是如何构造和身体应该做的动作,人体的各种复杂运动包括竞技动作都是人体功能性动作的组合,功能训练是建立在人体解剖结构基础上的专项技术动作训练;第三运用了人体运动生理中神经控制肌肉机制的理论,强化运动程序,达到自动化状态;运用多种刺激,全面提高运动技能,使训练指向比赛性更强;最后是从功能训练形式和目的两个层面上展开论述,即功能性训练是在多个平面、多个环节参与的运动。

综合前人的观点认为功能性训练是在遵循人体解剖结构及生理机能遗传特征,符合人体运动动力学与运动学原理要求的基础上,以运动链理论与竞技能力结构整体模型为理论内涵,采用“动作模式”操作实践作为监测评价训练的为切入点,依据运动项目专项

动作结构、能量代谢的等特征,促进练习者机体康复及健康,提高及保持竞技水平的一种训练观念及方法体系,属运动康复及体能训练范畴。功能性训练的本质是有目的的训练,是以与身体的功能和针对目标运动的专项性相一致的方式进行的训练。

3 功能性训练的理论依据

3.1 人体运动链(kinematic chain)理论

在20世纪90年代 Gary Cook 提出了人体运动链理论,人体借助关节使若干环节(链条)按特定顺序连接起来,“链条”通过对参与人体运动的肌肉与关节的关联和功能整合控制人体运动姿态及发力路径,认为运动损伤源于协调性差、肌肉紧张、运动链存在薄弱环节(弱链)及代偿性动作、动作不稳定与不对称;人体通过动量在各个链条间传递实现各环节功能的整合^[27]。竞技体育动作绝大多数由一个完整的运动链结构构成,需要在最短的时间作用最大的力量,如速度、爆发力。功能性训练强调练习者的动作训练模式规范与幅度完整,以近似专项速度的负荷强度完成动作练习,其训练目标是提高爆发耐力与爆发力,达到比赛要求,在机体动态稳定情况下快速完成动作。

3.2 人体“动作模式”概念

动作特指人体在自身动力作用下身体改变姿势与运动轨迹所产生的肢体移动^[28]。运动是指在一组或一个身体环节之内可达到的柔韧性范围^[29]。正常的动作不一定是合理的动作,动作需要控制及训练,如平衡性、稳定性、姿势控制、感知、协调等。人类在自然与社会的漫长进化历程中,逐步形成了由蹲、踏、跨、弓箭步、伸、举及躯干前后倾旋转7个基本动作模式构成的人体肢体活动及运动动作,其中竞技体育专项技术动作多数由以上基本动作按照特定时间时序与空间位置排列组合构成。美国 AP 训练团队创始人 Mark Verstegen 持“竞技体育的本质是动作模式,动作模式是在中枢神经系统调控下,关节、肌肉及筋膜等组织系统对预先存储在大脑中的相应动作程序执行的过程”的观点,其中运动链、核心柱及神经肌肉系统是构成人体运动动作模式及专项技术动作的重要组成部分^[30]。功能动作训练是一个训练内容与手段丰富、训练计划与过程清晰、目的与结构明确、有序发展的开放系统,能够显著提高运动员的反射调节能力与本体感觉,规范基本动作模式,突破动作技能训练屏障,尤其在提高动作绩效和功率,完善动作功能方面效果显著。

3.3 人体竞技能力功能性训练结构模型

人体竞技能力功能性训练结构模型由一般、专项、身体基本运动功能训练3个层次相互依存及关联递进

构成^[31], 包括: 1) 专项运动功能训练, 强调运动员的体能水平符合项目及比赛的要求, 依赖运动“功率”(力量×速度)来体现, 竞技体育功能性体能训练的核心价值, 即在特定负荷下以最快的速度来完成动作及比赛目标。不同运动项目其训练要求不同, 某项目中的功能性体能训练对于其它运动项目可能事倍功半。2) 一般运动功能训练, 要求运动员全面具备竞技体育所需要的速度、灵敏、爆发力、反应、力量等素质。与大多数竞技体育运动项目要求一致, 比如冲刺、纵跳、动态平衡、变向等, 专项化特点模糊及淡化。3) 身体基本运动功能训练, 强调运动员具备高质量的身体基本运动功能, 如上下肢与核心区域的稳定性、关节柔韧性、基本动作模式等。其对普通人的日常生活、运动员的训练都是一致的, 尤其是对从事竞技运动的运动员更需要建立起良好的身体柔韧性、稳定性和高质量的动作模式。

4 功能性训练的基本内容

功能性训练的基本内容包括功能性运动测试、功能动作训练、物理治疗。其训练方法有稳定训练、平衡训练、本体感觉训练、核心柱训练、增阻训练、悬吊训练、振动训练、超等长训练、能量再生训练等。

4.1 功能性运动测试

功能性运动测试(Functional Movement Screen, FMS), 又称功能性运动筛查。其最初的研究目的是为

人体运动模式(涉及预防损伤与功能的表现性)的统计分析收集客观数据^[32]。1995年 Gray cook 和 Lee Burton 依据其以往运动及相应的临床治疗(功能性康复)经验, 适时地提出了功能性运动测试^[33]。即以解剖学与生理学为理论导向, 采用动作特征量化的测试方法反映人体动作的稳定性与灵活性。功能性运动测试包括 7 个基本测试动作(深蹲、过步跨栏、直线弓步走、肩部柔韧、支腿抬膝、俯卧躯干稳定性、旋转稳定性), 其中俯卧躯干稳定性、肩部柔韧与旋转稳定性动作还各附带有一个疼痛排除动作。研究发现: FMS 丰富了人体动作完成质量的测试内容, 兼具低成本与易操作、较高的信效度; 其预测的效度受项目特征^[34]、损伤定义^[35]、年龄^[36]、身高体重^[37]及日常运动参与程度的影响, 信度受样本量、测试者的经验及测试者数量等因素制约; 尚未发现相关实证研究证明其与运动能力间存在相关因果关系^[38-39], 功能性训练难以替代传统训练在发展体能水平中的主体作用。

4.2 功能动作训练

功能动作训练是在对人体基本动作模式进行测试、诊断和纠正的前提下, 利用专门设计的动作练习方法, 以降低运动损伤风险, 提高运动水平及动作效率为目的^[40]。包括 7 个部分: 支柱准备、动作准备、快速伸缩复合训练、动作技能训练、力量与爆发力训练、能量系统发展、恢复再生(见表 1)。

表 1 功能动作训练课安排

部分	分类	功能作用	动作示例
支柱准备	肩、髋、躯干	重点解决非对称、提高灵活性及稳定性、强化损伤预防	腹桥、瑞士球练习、侧卧、臀桥练习
动作准备	臀肌、神经激活, 动力牵拉, 动作整合, 脊柱力量	非对称的灵活性和稳定性, 激活臀部小肌肉群和脊柱肌群, 卧姿四肢站姿转换, 专项动作快速反应	直向军步走、迷你带侧向走、原地快速前后交换腿
快速伸缩复合训练	跳深, 单双足跳, 交换跳	减少损伤机率, 改善肌肉拉长耐力, 改善动态稳定性, 提高运动表现及爆发力反应能力、节省能量	栏架单足跳、跳箱双足跳、台阶交替跳
动作技能训练	一般、专项训练	根据专项技术特点, 如运行轨迹、发力个点, 通过直线加减速制动, 多方向速度练习, 提高反应速度灵敏性及移动能力	并步双脚跳(篮球)、跨步单足跳(排球)
力量与爆发力训练	上下肢推拉、旋转、全身	支持动作模式完成; 力量动作及上下肢的推拉, 臀部身躯旋转; 全身性运动在练习组间穿插的纠正性动作练习	引体向上、杠铃硬拉、哑铃板凳卧推、杠铃抓举
能量系统发展和恢复	有氧、无氧、混合训练	依据运动项目的能量代谢特征, 针对性的发展无氧与有氧、糖酵解、磷酸原功能比例	——
恢复再生	软组织放松, 牵拉技术	帮助运动员消除比赛及训练过程中心理生理方面疲劳的活动与补剂, 有计划地恢复训练单元	冷热水疗、棒球、泡沫轴按摩、肌肉拉伸

4.3 物理治疗

物理治疗属康复医学范畴,其主要诊断和治疗方法是通过检查骨、关节、肌肉及神经的结构和功能,借助手法放松、理疗、动作疗法等改善运动员的肌肉和关节的功能,加快运动员康复进程及重返训练和比赛。鉴于其在提高伤后康复速度及预防损伤方面的功用,AP专家将物理治疗的方法进行整合,使其成为功能性训练的组成部分。主要方法:通过放松强侧肌肉收缩、加强弱侧肌肉力量,从而恢复机体合理的平衡状态与关节位置;通过动作控制训练,建立规范的神经肌肉支配模式,提高动作的精确性和效率;通过训练前后的预防性损伤练习或再生恢复性训练(筋膜放松、软组织放松),缓解肌肉紧张对关节造成的损伤,预防运动损伤频繁发生。

5 功能性训练的基本特征

功能性训练作为新兴的训练方法及体系,依据人体解剖结构、竞技运动动作特征及相关学术理论认知,科学设计了成套的动作模式,即从额状面、矢状面和水平面上充分动员由心血管系统所支撑的人体链式交互系统(神经肌肉骨骼系统,也称NMS系统)参与运动,打破了传统训练单一性、数量化、高强度和大负荷的固有模式及训练理念^[41]。其基本特征表现在:1)强调运动康复及健康观念。传统训练大强度大运动量的表面化形式功利化训练模式,导致运动损伤频出及运动寿命衰减。功能性训练立足超量恢复原则,将训练与恢复效应同步化,实现竞技训练过程中健康素质巩固与竞技状态提高。如训前的FMS测试,训中的支柱准备、动作准备等都是对动作不稳定不对称的纠正及干预;2)树立训练整体观念。用运动链的理论看待人体运动是在神经系统作用下,相关肌肉关节等组织按照特定时序与空间特征联结整合的协调活动。强化训练的是动作而非肌肉,避免了“弱链”效应和动力传递损失,提高了训练的效益;3)强化核心区域力量的

训练价值。传统训练侧重四肢抗阻训练,忽视躯干力量发展。功能性训练鉴于核心区域力量能力在人体运动力量的产生传递控制过程中的作用,以及维持运动稳定性和灵活性的功效,针对脊柱髋腰肌肉群的力量发展设计了丰富高效的训练方法及手段,为技术动作的合理完成提供了稳固的机体平台;4)坚持练习方法与目标运动方式的一致性。功能性训练是一种有目的的训练,通过强化完成基本运动模式的效果和经济性来提高运动表现,依据不同运动项目动作模式的差异设计出不同的动作练习形式,避免了传统训练的盲目低效;5)重视运动过程中多方位多关节的联动作用。人体运动主要是在三维空间(冠状面水平面矢状面)进行的多关节多肌肉群的斜向对角线和旋转等复合运动形式。功能性训练遵循人体解剖学特征与生物力学轨迹,设计出全幅度多维度多关节训练保证了肌肉的均衡高效的发展。传统训练独立单关节少量肌肉参与的线性运动获得是绝对力量与肌肉体积的最优化。

6 功能性训练与传统训练的辩证关系

传统训练以“机械论”的观点将肌肉与动作、身体素质构成元素、体能与技战术割裂开来分别训练的体系,强调大运动量高负荷,淡化人体健康及生理极限。功能性训练是在传统训练的基础之上,针对其脱离专项特征及需求,忽视运动员健康及可持续发展的弊病,以动作模式及运动链为切入点,强调健康、整体均衡及可持续发展的理念,借助自身体重与器械平台设计的相对完整系统的操作流程及方法体系。尽管功能训练对提高预防运动损伤和人体运动能力有独特的作用,但不能抛弃传统训练在改善运动员力量及体能水平、训练手段及方法等方面形成的系统理论体系^[42-43]。两者是优势互补的辩证关系,都是对运动训练理论体系丰富与完善^[44]。实践中应该针对运动员的竞技水平、训练时段要求、运动项目特征科学合理的安排训练的负荷、时间间歇及主次关系(表2)。

表2 传统训练与功能性训练的练习特征比较

练习特征	功能性训练理论	传统训练理论
动作模式	链式运动,强化弱链接,强调动作质量	闭链运动,动作代偿,动作不对称及稳定
训练理念	动作模式及训练,强调整体性稳定性灵活性,预防与训练同在	大训练量及强度,绝对及极限力量
参与肌肉	小肌肉及浅层肌群,稳定及协同肌,脊柱及躯干部位	表层大肌肉群,四肢肌肉,主动肌
运动空间	额状面、矢状面和水平面的多维多向运动	单向单维运动
支撑面	不稳定,动态,借助器械	稳定或固定
训练器械	平衡球、弹力带、瑞士球、阻力绳、平衡板、克服自身体重	杠铃,哑铃,组合器械,额外负重抗阻力训练
专项特点	符合专项技术动作用力方式及动作结构组成,训练效率高	脱离专项需求,训练效率低
训练方法	平衡稳定训练、本体感觉训练、核心柱训练、悬吊训练、振动训练	向心、离心、等长、超等长训练等

7 结论与展望

1)功能性训练是通过优化人体动作模式与疏通运动链路径推进训练过程的,运动动作不对称、不稳定及动作代偿的改善,部分提高了运动员的竞技能力、健康水平与运动寿命。鉴于其训练效果的不确定性及其健身康复特征,应从对专项竞技能力构成及发展的角度审视训练过程,妥善处理不同运动员、运动项目、训练时段的功能性训练与传统训练的主次关系,合理安排功能动作训练与专项训练间的负荷强度、时间秩序、间歇时间。

2)功能性训练依据人体解剖结构与运动动作特征,从“运动链”与“动作模式”的理论视角,设计的练习动作弥补了传统训练动作不对称、不稳定及代偿的结构性缺失,具有强调运动康复及健康观念,坚持练习方法与目标运动方式的一致性,树立训练整体观念,强调核心区域力量的价值,重视运动过程中多方位多关节的联动作用等基本特征,涵盖功能动作测试、物理治疗、功能动作训练等内容。

3)现代体能训练理论及方法体系的建立需要在哲学整体观发展观系统观的思想引领下辩证地看待运动训练实践过程的矛盾与新理论的创新,当前以周期训练与超量恢复理论为代表的传统训练理论面临以板块训练与功能性训练理论为代表的新兴体能训练理论的挑战与质疑。中国本土化的体能训练理论体系构建及创新应该植根于中国体育的现实土壤,理性对待强势来袭的欧美体育文化及产品,警惕外来主义与保守主义,通过挖掘传统体育文化精髓与总结奥运优势项目经验,引进和吸收国外先进的理论知识系统,创造中国特色的本土化体能训练理论体系。

参考文献:

- [1] 余荣芳. 运动功能训练理论与方法的研究[D]. 北京:北京体育大学,2012:12.
- [2] 黎涌明,资薇,陈小平. 功能性动作测试(FMS)应用现状[J]. 中国体育科技,2013,49(6):105-111.
- [3] Gray. Efficacy of low load resistive muscle training in patients with rheumatoid arthritis functional class II and III[J]. J Rheumatol, 1997, 24(8): 1531-1539.
- [4] Vern Gambetta, Gray G. Following a functional path[J]. Training & Conditioning, 1995(2): 25-30.
- [5] Billforan. 高水平竞技体能训练[M]. 袁守龙,刘爱杰,译. 北京:北京体育大学出版社,2006.
- [6] 格雷·库克. 动作-功能动作训练体系[M]. 张英波等,译. 北京:北京体育大学出版社,2011.
- [7] Vern Gambett. 竞技能力的全面发展——身体功能

训练的艺术与科学[M]. 北京:北京体育大学出版社,2011.

- [8] 闫琪. 功能性体能训练在我国的发展[J]. 中国体育教练员,2011(4):34-35.
- [9] 王雄,刘爱杰. 身体功能训练团队的实践探索及发展反思[J]. 体育科学,2014,34(2):79-86.
- [10] Santana J C. The essence of program design[M]. Boca Raton FL: Optimum Performance Systems, 2004.
- [11] 袁守龙. 北京奥运会周期训练理论与实践创新趋势[J]. 体育科研,2011,32(4):5-11.
- [12] 杨时. 功能性训练在体能康复训练中的应用[J]. 体育科研,2012,33(4):85-88.
- [13] 邓运龙. 正确认识和把握功能训练需借鉴临床思维方法[J]. 中国体育教练员,2010(1):27-28.
- [14] Gray C. Functional training for the torso[J]. NSCA Journal, 1997(4):14-19.
- [15] Hinman M R. Whole body vibration: a new exercise approach, Department of Physical Therapy[C]. The University of Texas Medical Branch.
- [16] Boyle M. Advance in Functional Training[M]. Champaign IL: Human Kinetics, 2010.
- [17] Boyle M. Functional Training for Spots[M]. Champaign IL: Human Kinetics, 2003.
- [18] Gambetta V, Gray G. Following a functional path[J]. Training & Conditioning, 1995(2): 25-30.
- [19] Gambetta V, Clark M. A formula for function[J]. Training & Conditioning, 1998, 8(4): 24-29.
- [20] Gambetta V. Force and function[J]. Training & Conditioning, 1999, 9(5): 36-40.
- [21] Komi P V. Physiological and biomechanical correlates of muscle function effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed[J]. Exercise and Sport Sciences Reviews, 1984(12): 81-121.
- [22] Santana J C. Functional Training[M]. Boca Raton FL: OptI Mum Performance Systems, 2000.
- [23] Higashihara A, Ono T, Kubota J, et al. Functional differences in the activity of the hamstring muscles with increasing running speed[J]. J Spots Sci, 2010, 28(10): 85-92.
- [24] Gambetta V, Grey G. Following the functional path[EB/OL]. <http://www.gambetta.com>.
- [25] 董德龙,王卫星,梁建平. 振动、核心及功能性力量训练的认识[J]. 北京体育大学学报,2010,33(5):106-109.
- [26] 李丹阳,崔德刚,汪俊伟. 抗阻训练运动模式研

- 究[J]. 河北体育学院学报, 2012, 26(1): 52-56.
- [27] 姜宏斌. 功能性训练与人体功能链的若干训练学问题研究述评[J]. 体育学刊, 2013, 20(6): 98-104.
- [28] 张英波. 动作学习与控制[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2011.
- [29] PAYNE G. 人类动作发展概论[M]. 耿培新, 梁国立, 译. 北京: 人民教育出版社, 2008: 161.
- [30] 格瑞·库克. 竞技运动中的身体平衡[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2010: 87.
- [31] 闫琪, 任满迎, 赵焕彬. 论竞技体育中功能性体能训练的特点及其应用[J]. 山东体育科技, 2012, 34(3): 1-4.
- [32] 孙莉莉. 美国功能动作测试(FMS)概述[J]. 体育科研, 2011, 32(5): 29-32.
- [33] 宸铮. 对“功能动作训练”之“功能动作筛查”的审视与思考[J]. 山东体育学院学报, 2013, 29(3): 62-70.
- [34] Appai B M. The capability of the functional movement screen to predict injury in division I male and female track and field athletes[M]. Utah: Utah State University, 2012.
- [35] Sorenson E A. Functional movement screen as a predictor of injury in high school basketball athletes[M]. University of Oregon, 2009.
- [36] Peate W F, Bates G, Luvda K, et al. Core strength: a new model for injury prediction and prevention[J]. J-Occupational Med Toxicology, 2007, 2(3): 1-9.
- [37] Bhk F, Koehl M. Normative data for the functional movement screen middle-aged adults[J]. Strength Cond Res, 2013, 27(2): 458-462.
- [38] Clifton D R, Harrison B C, Hertel J, et al. Relationship between functional assessments and exercise related changes during static balance[J]. Strength Conditi Res, 2013, 27(4): 9669-972.
- [39] Hertel J, Miller S, Denegar C. Intraester and intertester reliability during the star excursion balance tests[J]. Sport Rehabilitation, 2000, 9(2): 104-116.
- [40] 李丹阳, 胡法信, 胡鑫. 功能性训练: 释义与应用[J]. 山东体育学院学报, 2011, 27(10): 71-76.
- [41] 龙斌, 李丹阳. 功能性训练的科学内涵[J]. 武汉体育学院学报, 2013, 47(2): 72-76.
- [42] 张春合, 蔡端伟. 功能性力量训练理性思考——基于专项竞技能力形成的视角[J]. 体育学刊, 2013, 20(1): 98-103.
- [43] 张建华, 孙璞, 杨国庆. 功能训练的反思[J]. 天津体育学院学报, 2012, 27(5): 408-410.
- [44] 郭广越. 传统力量训练与功能性力量训练的比较研究[D]. 开封: 河南大学, 2013.

