

非稳定抗阻训练方法的释义、结构功能与应用辨析

The Interpretation, Structural Functionand Application Analysis of Instability Resistance Training

徐 菁¹,曾锦树¹,吴润帆¹,王国宇²,马国东²,徐 飞¹

XU Jing¹, ZENG Jin - shu¹, WU Run - fan¹, WANG Guo - yu², MA Guo - dong², XU Fei¹

摘 要:传统抗阻训练因过于强调发展大肌肉群力量而忽视深层小肌肉群训练,难以满足运动训练的需求。功能性训练通过增加“不稳定性”以提高脊柱和骨盆稳定性,以弥补传统抗阻训练的不足,但难以解决训练强度问题。近年来,通过构建不稳定支撑条件下结合抗阻训练的“非稳定抗阻训练”方法被提出,已逐渐应用于体能训练和康复领域。文章通过对非稳定抗阻训练的方法释义,在分析其原理、辨析其结构功能的基础上,综述其应用研究进展。结果发现,非稳定性抗阻训练脱胎于功能训练,是方法的改良。其在强调训练动作整合和“动力链”的功能基础上,采用更接近于专项练习和(或)提高训练难度的形式,以提高训练效率和效果。持续的非稳定抗阻训练对运动表现有正向促进作用,中等程度的非稳定性抗阻训练是安全有效的刺激方式。激活核心肌肉、增强主动肌和拮抗肌之间的协调性、提高肌肉本体感觉是非稳定性抗阻训练提高运动表现的重要生理基础。

关键词:非稳定性抗阻训练;核心肌力训练;运动表现;力量;姿势稳定;平衡能力

中图分类号:G808 **文献标识码:**A **文章编号:**1008 - 2808(2020)06 - 0078 - 08

Abstract:Traditional resistance training (RT) places too much emphasis on promoting large muscle strength and ignoring deep small muscle training, which is difficult to meet the demand of sports training. Functional training (FT) improves stability of the spine and pelvis by adding ‘instability’ to remedy the shortcomings of traditional RT, but it is hard to promote training intensity. In recent years, the method of ‘Instability Resistance Training (IRT)’ combined with RT under unstable conditions has been proposed, and it gradually applied in the field of strength and conditioning training and rehabilitation. Through the interpretation of IRT method, the authors summarize its application research progress according to its principle and distinguish the structure and function. The results show that IRT is derived from FT and is an improving method. Based on emphasizing the integration of training special actions and the function of ‘kinetic chain’, it adopts a form that is closer to special training and/or increases the training difficulty to improve training efficiency and the effectiveness. In addition, continuous IRT has a positive effect on sports performance. Moderate IRT is an effective and safe training method. Besides that, activating core

收稿日期:2019 - 11 - 10;修回日期:2020 - 04 - 15

基金项目:浙江省自然科学基金(编号:LY18C110002);国家教育部人文社会科学项目(编号:19YJC890050);国家体育总局科学健身指导项目(编号:2017B059);杭州市优秀社科青年人才计划资助(编号:2017RCZX40)。

作者简介:徐菁(1997 -),女,硕士,竞技太极拳武英级运动员(国家健将),研究方向为体能训练的生理学基础。

通信作者:徐飞(1981 -),男,副教授,博士,研究方向为运动机能评定与健康促进。

作者单位:1. 杭州师范大学 体育与健康学院,浙江 杭州 311121; 2. 吉林体育学院 运动人体科学学院,吉林 长春 130022

muscles, enhancing coordination between active muscles and antagonistic muscles, and improving muscle proprioception are the important physiological foundations for IRT to improve sport performance.

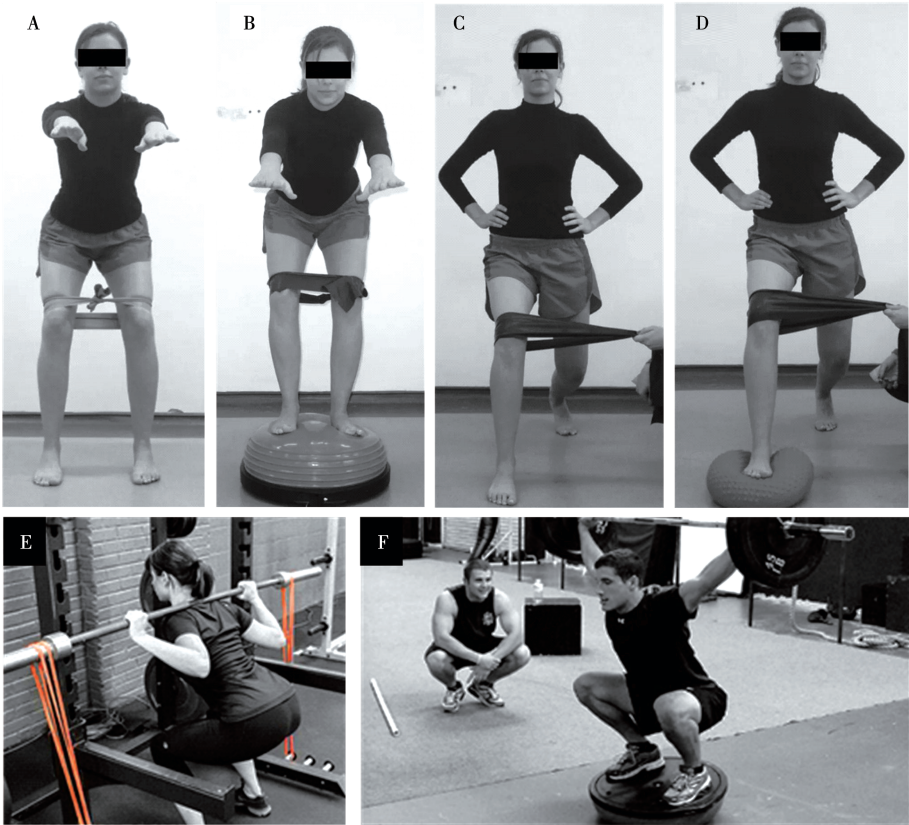
Key words: Instability resistance training; Core strength training; Sport performance; Strength; Posture control; Balance

传统抗阻训练因过于强调发展大肌肉群力量,缺乏深层小肌肉群的针对性训练,不利于核心稳定性的发展和动力链整体力量的发挥,已难以满足运动训练的需求,所以核心力量训练的重要性突显。核心力量训练是功能训练的一种重要表现形式和手段,能弥补传统力量训练方法功能单一的不足,在训练和康复等领域被广泛应用。功能训练的本质主要在于增加了“不稳定因素”,有利于提高脊柱和骨盆稳定性、改善技术动作稳定性、提高姿势控制和平衡能力。近年来,在功能训练的“不稳定状态”基础上,出现了一种结合自重或负重抗阻训练的新方法,被称为“非稳定性抗阻训练”(Instability Resistance Training, IRT),逐渐应用于体能训练和康复领域。但因为该方法引进国内的时间较短,“非稳定”和“抗阻负荷”两大特征与训练效果的关系以及科学原理等都缺乏系统研究。所以本文在解析非稳定性抗阻训练方法的基础上,分析其

结构功能并梳理了相关应用研究的进展,以期为运动训练和损伤预防等方面提供参考。

1 非稳定性抗阻训练方法释义

支撑面稳定性改变、动作对称性失衡、出现预期外的外力造成机体内部或外部力量失衡等都会造成“非稳定”状态。从训练手段角度而言,可通过专业器材,如平衡板(Wobble Boards)、瑞士球或BOSU球、悬挂链(Suspended Chains)、泡沫轴(Foam Rollers)以及弹力带(Bands)等实施非稳定训练^[1]。此外,利用雪地、水、沙地和砾石等也可以构建非稳定训练的条件^[2]。综上,利用各种条件构建的不稳定支撑面,结合对抗阻力(外部阻力或自重阻力),用于调动躯干深层肌肉、加强核心肌肉力量和姿势稳定性(平衡能力)的训练方法,统称为非稳定性抗阻训练(IRT)^[2-4],如图1所示。



注:A-D,BOSU球结合弹力带或平衡垫;E,弹力带结合抗阻训练;F,BOSU球结合抓举训练

图 1 不同非稳定训练示意图

非稳定性抗阻训练(IRT)一般应用于运动康复和增强体能,主要通过构建非稳定条件(包括特异性器械)结合传统抗阻训练和自重训练等方式。尽管运动员在力量训练中能够实现大力量的抗阻训练,但实际运动过程中因为稳定状态被破坏,造成大力量抗阻训练所获得的能力难以发挥。而因为核心力量的缺乏,在不稳定情况下容易导致运动链的破坏,四肢肌肉承受压力增大而出现代偿动作,导致受伤风险增加。因此,通过非稳定性抗阻训练方法,提高机体对不稳定状态的适应性和躯干稳定性,可能有利于增强运动表现。但该方法引进国内的时间较短,在其结构功能理论和实际应用方

面还需要系统梳理。

2 非稳定性抗阻训练的结构功能与科学原理

2.1 结构功能

基于“系统结构决定系统功能”视角,非稳定性抗阻训练的特定功能诉求决定了训练目标和内容,进而决定了训练实施的客观性。那么,非稳定性抗阻训练主要包括什么样结构功能和功能性诉求呢?从概念界定而言,非稳定性抗阻训练强调的是不稳定表面、阻力负荷、躯干部位深层肌肉激活、姿势控制(平衡)等核心内容(见表1)。

表1 非稳定性抗阻训练的要素与内容结构与功能指向

训练要素/训练原则	非稳定性抗阻训练的内容结构与功能指向
“非稳定”训练条件的要素	支撑面和(或)支撑平台不稳定(水、沙、砾石、瑞士球/BOSU球、泡沫轴、平衡板等),非稳定器械构建训练条件(弹力带、悬挂链、绳索等),姿势不稳定(双侧和单侧的对称和不对称训练)
训练专项性原则	如何贴近专项动作发力特征
训练特殊性原则	如何解决速度和稳定的矛盾
肌肉激活	确立非稳定程度与抗阻负荷大小的关系
姿势稳定/平衡训练	提高本体感觉和姿势稳定性
运动表现	对力量、爆发力、运动速度的影响能否最终转换为运动表现的优势

应明确的是,非稳定性抗阻训练不是理论的创新,而是方法的改良。其脱胎于功能训练,在强调训练动作、动作的整合和“动力链”的功能基础之上,采用更接近于专项练习和(或)提高训练难度的形式,以提高训练效率和效果。所以其结构功能,对内,主要目的是稳定性、协调性和抗阻负荷之

间的统一;而对外,主要目的是提高躯干、核心肌肉的激活、提高肌肉在非稳定状态下的力量与耐力、达到更好地控制姿势的动态平衡能力(见图2)。所以,非稳定性抗阻训练需要在核心概念基础上发展动态核心稳定性,以及从上述结构功能方面为训练和康复提供有效的方法指导。

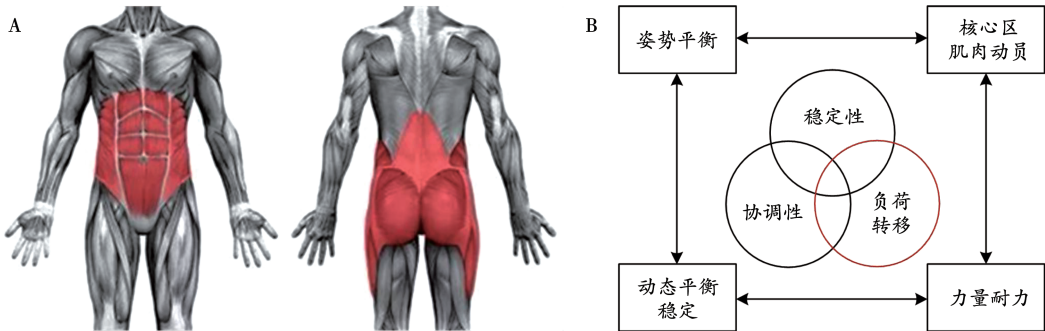


图2 核心与动态核心稳定涉及主要肌肉与非稳定性抗阻训练内容

2.2 科学原理

传统的抗阻训练发展力量素质,主要是通过增加肌肉横截面积和提高神经肌肉协调性来实现力量增加^[5]。在完成运动技术和发力过程中,核心

肌群的重要作用在于向四肢传递力量形成有序的“动力链”,动力链的形成也有利于募集躯干深层肌肉稳定支撑并参与运动。构建非稳定性抗阻训练条件后(见图1),完成动作/负荷时实际上是完

成不对称的抗阻负荷,这会导致身体力矩变小^[3,6-7]。而非对称的肩上推举和卧推比稳定条件下的训练更容易激活后背部竖脊肌($P < 0.05$)^[8]。已证实,中度负荷的非稳定性抗阻训练对核心和四肢肌肉的激活程度显著高于传统抗阻训练($P < 0.05$),所以观察到非稳定性抗阻训练过程中即使肌肉产生相对较小的力量或爆发力,也能保证快、慢肌纤维的有效激活^[9]。

在专项运动技术中,单块或单关节肌肉几乎不可能完成动作,所以机体稳定性训练的重要性和必要性就突显出来。对个人健康和功能表现而言,核心肌肉的激活与肌肉协调性同样重要,甚至更重要^[3]。但各运动项目的技术动作很多都是单侧形式,而且很少以稳定慢速发力(功率输出)为主。所以,从实践角度而言,非稳定性和非对称性的抗阻训练比对称性和稳定性的抗阻训练有更好的应用价值,所以个体需在尽量接近实战的非稳定环境中进行训练^[10]。

在非稳定状态下,躯干稳定的深层肌肉(腹横肌、多裂肌等)会对姿势稳定做出预期性的调整,主要是通过调节躯干稳定肌肉和四肢运动肌肉的激活程度来实现^[11-12],现有证据发现,在非稳定状态下,运动肌肉的激活程度显著低于躯干稳定肌^[13-14]。所以当躯干稳定肌呈现明显的反射延迟时,运动员腰背部损伤风险显著增加^[15]。此外,针对肌肉本体感觉的训练(姿势控制、技术训练等)可以提高肌肉传入神经反馈信号的灵敏度^[16-17],从而显著提高躯干稳定肌的激活程度^[18]。所以核心肌群的有效激活可能是非稳定性状态下能够提高运动表现的重要生理机制。

非稳定性抗阻训练利用不稳定表面,通过加强主动肌和拮抗肌同步收缩来维持肢体平衡,从而达到保护和加强关节稳定的效果^[19]。肌肉同步收缩过程中,肌肉反应时缩短、对四肢肌肉的控制增强,关节硬度(Joint Stiffness)提高以并保证身体姿势稳定^[20-21]。综上,除提高核心部位肌肉激活程度外,增强姿势控制和平衡稳定性有关主动肌和拮抗肌之间的协调也是非稳定性抗阻训练的重要生理机制^[22]。

3 非稳定性抗阻训练的应用

非稳定性抗阻训练主要由稳定训练和抗阻训练两部分构成,训练过程中既要完成既定或可变的抗阻负荷/阻力形式的练习任务,也要应对姿势稳

定/平衡破坏的挑战。肌肉肥大和神经适应(神经-肌肉之间的协调)是力量和爆发力增长的重要制约因素^[21],所以应用非稳定性抗阻训练提高运动表现,应该重视肌肉功能表现和姿势稳定和平衡能力方面的训练和机制。

3.1 对运动表现的影响

有研究认为,对运动员而言稳定条件下的自由负重是发展力量的最有效方式,非稳定抗阻训练对发展专项所需的核心稳定性、平衡能力和本体感觉可能没有效果^[23]。因为运动员在不稳定条件下训练时力量和爆发力显著减弱^[23],平均力量和爆发力降低 29.3%^[24]。但最新研究显示,并不是所有的非稳定性抗阻训练都会导致力量显著降低:在瑞士球上进行动态卧推,受试者力量、爆发力和速度减弱 6%~10%($P > 0.05$)^[25],而 9 周非稳定性抗阻训练能够显著提高膝关节本体感觉(提高 44.7%)^[1]。分析认为,这可能与负重抗阻训练时,瑞士球被压缩后出现的扁平状态,能够提供相对稳定的支撑平台有关,而训练全程都是非稳定点支撑(如 TRX 训练)^[3-4,19]。

因为非稳定支撑面导致发力不完全或发力方式改变,观察到力量、爆发力、速度呈不同程度的下降,是正常现象,但肌肉、关节的本体感觉却得到增强。而运动表现是运动能力的综合体现,从现有研究证据来看,非稳定训练有助于改善肌肉功能指标和肌肉工作效率,持续非稳定抗阻训练后对提高运动表现有正向促进作用,如表 2 所示。

3.2 对肌肉激活的影响

肌肉激活的重要意义在于唤醒、激活肌肉中的本体感受器,从而调整肌肉工作状态,提高肌肉的发力意识与运动感觉。多项研究显示,传统抗阻训练(70%~80%1RM)与非稳定状态下的自重训练相比,竖脊肌激活程度更高^[31-33]。所以总体而言,非稳定条件下运动或抗阻训练,相较于稳定状态下的抗阻训练而言更有利于肌肉激活^[2-3,14]。Behm 等(2016)发现,非稳定性抗阻训练使最高可提高躯干肌肉激活程度的 47.3%^[3]。而在非稳定性条件下进行卧推、俯卧撑和深蹲能显著激活核心肌群,从而有效提高肌肉控制能力^[14]。水中运动/训练也能很好地提高躯干肌肉的激活程度^[2]。上述众多研究证据,可能是教练员和运动员重视非稳定性抗阻训练的重要原因。但最新研究也发现,BO-SU 球肩上推举与稳定条件下相比,腹直肌、腹横肌、腹内斜肌的激活程度更高,腹外斜肌和竖脊肌

的肌肉活动则没有显著变化^[29]。所以,非稳定性抗阻训练可能存在肌肉特异性,但究竟是不同的训练动作,还是不同的抗阻训练负荷导致出现选择性肌肉激活的情况,目前尚不明确。

表2 非稳定抗阻训练对运动表现的影响

研究文献	样本量	运动水平	研究设计	非稳定抗阻训练方式	运动表现	
					测试部位/指标	研究结果
Cug 等 (2016) ^[1]	43M	体育系学生	干预对照实验	瑞士球自重训练,3次/周,持续10周	躯干力量	躯干伸肌↑23.6% 输出功率↑20.1%
Fletcher 等 (2014) ^[26]	14M	健身爱好者	自身对照重复测试	摆动杠铃训练(Tendo-destabilizing bar)	躯干肌肉激活	85% 1RM 时竖脊肌激活显著↑
McGill 等 (2014) ^[27]	14M	健身爱好者	自身对照重复测试	悬吊训练(TRX)	俯卧撑力量、躯干肌肉激活	TRX 俯卧撑范围显著↑
Prieske 等 (2016) ^[28]	39M	优秀青少年足球队员	干预对照实验	非稳定表支撑面的核心肌力训练,2-3次/周,持续9周	躯干肌力和激活程度,反向跳(CMJ),足球踢远	躯干肌力↑5% 反向跳↑3% 足球踢远↑1%
Willardson 等 (2019) ^[29]	12M	有训练经历者	自身对照重复测试	BOSU 球颈后深蹲、硬拉、肩上推举、二头肌弯举,50% 1RM	躯干肌肉激活	腹直肌、腹横肌和腹内斜肌激活显著↑
Youdas 等 (2020) ^[30]	32M/F	健康人	重复测量的横断面研究	悬吊训练(TRX)	躯干和上肢肌肉力量	肌肉募集程度↑

注:M,男性;F,女性。↑,提高

而其他研究证据显示,不稳定性与肌肉激活程度并不呈正比,非稳定性抗阻训练在刺激肌肉激活程度加强的同时,也会降低姿势稳定性^[2]。甚至不稳定性过高反而会显著降低肌肉激活程度:Behm 等测试了受试者在不同的非稳定条件下训练时不同肌肉的激活情况,发现瑞士球坐姿伸膝和踝跖屈时肌肉的肌电,发现极度不稳定条件下股四头肌和腿部伸膝肌力分别下降了 40.3% 和 70.5%;而中度不稳定情况下运动,踝跖屈肌和胫骨前肌肌力分别下降 20.2% 和 3%^[20]。分析认为,过高的非稳定性条件(难度过大)出现的发力困难会直接输出力量下降的现象,力量不足会导致动作技术变形而造成动力链被破坏、骨骼和组织的压力增加而出现其他肌肉代偿的现象,从而改变上下肢力矩和力量的传递,核心肌肉力量的纽带作用被破坏很可能是过度非稳定训练导致肌力下降的主要原因。

所以,从现有证据来看,极度不稳定条件下训练可能会阻碍力量和爆发力素质的提高,中、低程度的非稳定抗阻训练就能够增加躯干和四肢肌肉的激活^[34-35]。从应用有效性和安全性角度考虑,为达到适宜的肌肉激活程度,非稳定性抗阻训练中的“非稳定性”条件,并非越高越好,而维持在中等

程度应该是较好的选择。

3.3 对姿势稳定和平衡能力的影响

从非稳定性抗阻训练的要素与内容结构(见表1)可以看出,其主要结构性内容是构建非稳定支撑条件,然后在训练专项性和特殊性原则的指导下,以贴近专项动作发力特征并致力于更好地解决速度和稳定的矛盾,最终为提高运动表现或功能能力服务。但因为对核心训练和运动表现关系方面的认识误区和偏差,在实践应用中,容易出现过度重视核心力量、追求短期训练效应而忽视姿势稳定和平衡训练的现象。

实际上,姿势稳定和平衡能力与力量、爆发力的提升之间是相互促进的关系,而姿势稳定与平衡能力也是核心稳定性的重要结构性基础和要素。Kean 等(2016)发现,大学生受试者 5 周无阻力的平衡板训练后,静态平衡成绩提高 33% 的同时,原地垂直纵跳高度竟然也增长了 9%^[36]。此外,对青少年冰球运动员进行摇摆板的针对性训练后,发现运动员静态平衡得分和最大滑行速度显著相关^[37]。上述研究结果提示,姿势稳定和平衡训练有助于提高运动表现。分析认为,主要原因可能是姿势稳定和平衡训练减少了运动技术发力过程中

的姿势晃动,有利于提高肌肉发力和力量传递效率,所以有助于运动表现的提高。因为多数情况下,人体是在一个倒立钟摆系统模型下完成技术动作,在肌肉发力时,如果不考虑不同个体肌肉绝对力量和差异的情况下,相对条件下个体的姿势稳定和平衡能力直接或间接影响到不同工作肌肉之间的工作效率和运动单位的募集,所以在训练比赛实践中,通常会发现单项基础素质近似的运动员,在完成复杂专项技术动作的运动表现差别较大。

而运动员进行针对性的非稳定抗阻训练后,功能表现提高 31.5% (最大力量、爆发力、最好冲刺成绩显著提高),跌倒风险显著降低,姿势稳定性和平衡能力提高 105%^[3];姿势稳定和平衡能力提高的同时垂直纵跳、最大速度也显著提高^[36-37]。上述研究证实了姿势稳定和平衡能力在非稳定训练中重要结构要素的地位。因为二者有一个重要的交叉区域就是肌肉本体感觉,而在肌肉本体感觉训练方面,非抗阻姿势稳定和平衡训练的针对性更强、也更有效^[21,38]。所以,建议在非稳定性抗阻训练的准备期和训练计划实施过程中,应重视姿势稳定和平衡能力的训练,这不仅有利于提高运动表现,也有利于预防运动损伤^[7,39]。

4 结 语

非稳定性抗阻训练是指在构建的不稳定支撑条件下进行抗阻训练,更接近于专项练习和提高训练难度的一种训练方法。虽然非稳定支撑面导致肌肉输出功率有一定程度的下降(表现为力量、爆发力、速度下降),但也有利于肌肉激活,而持续的非稳定抗阻训练对提高运动表现有正向促进作用。目前来看,中等程度的非稳定性抗阻训练是安全有效的刺激方式。在强调训练动作整合和“动力链”的功能基础之上,非稳定性抗阻训练提高核心部位肌肉激活程度、增强主动肌和拮抗肌之间的协调性、提高肌肉本体感觉是提高运动表现的重要生理机制。

参考文献:

- [1] Cug M, Ak E, Ozdemir R A, et al. The effect of instability training on knee joint proprioception and core strength[J]. J Sports Sci Med, 2016, 11(3): 468-474.
- [2] Borreani S, Calatayud J, Martin J, et al. Exercise intensity progression for exercises performed on unstable and stable platforms based on ankle muscle activation[J]. Gait Posture, 2014, 39(1): 404-409.
- [3] Behm D, Colado J C. The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation[J]. Int J Sports Phys Ther, 2016, 7(2): 226-241.
- [4] Behm D G, Drinkwater E J, Willardson J M, et al. The use of instability to train the core musculature[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2017, 35(1): 91-108.
- [5] Anderson K G, Behm D G. Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability[J]. J Strength Cond Res, 2016, 18(3): 637-640.
- [6] Behm D G, Drinkwater E J, Willardson J M, et al. Canadian Society for Exercise Physiology position stand: The use of instability to train the core in athletic and nonathletic conditioning[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2016, 35(1): 109-112.
- [7] Behm D G, Faigenbaum A D, Falk B, et al. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2018, 43(3): 547-561.
- [8] Behm D G, Leonard A M, Young W B, et al. Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises[J]. J Strength Cond Res, 2015, 19(1): 193-201.
- [9] Vera-Garcia F J, Grenier S G, McGill S M. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces[J]. Phys Ther, 2010, 80(6): 564-569.
- [10] McCurdy K, Conner C. Unilateral support resistance training incorporating the hip and knee[J]. Strength Cond J, 2018, 33(2): 45-51.
- [11] Hodges P W, Richardson C A. Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles[J]. Ergonomics, 2017, 40(11): 1220-1230.
- [12] Hodges P W, Richardson C A. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb[J]. J Spinal Disord, 2018, 11

- (1): 46 – 56.
- [13] Kornecki S, Kebel A, Siemienski A. Muscular co – operation during joint stabilisation, as reflected by EMG [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2017,84(5): 453 – 461.
- [14] Slijper H, Latash M. The effects of instability and additional hand support on anticipatory postural adjustments in leg, trunk, and arm muscles during standing[J]. *Exp Brain Res*, 2018,135(1): 81 – 93.
- [15] Zazulak B T, Hewett T E, Reeves N P, et al. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk; a prospective biomechanical – epidemiologic study[J]. *Am J Sports Med*, 2017,45(7): 1123 – 1130.
- [16] Borghuis J, Hof A L, Lemmink K A. The importance of sensory – motor control in providing core stability; implications for measurement and training[J]. *Sports Med*, 2018, 48(11): 893 – 916.
- [17] Lephart S M, Pincivero D M, Giraldo J L, et al. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries [J]. *Am J Sports Med*, 2017,45(1): 130 – 137.
- [18] Anderson K, Behm D G. The impact of instability resistance training on balance and stability[J]. *Sports Med*, 2015,45(1): 43 – 53.
- [19] Behm D G, Drinkwater E J, Willardson J M. The Role of Instability Rehabilitative Resistance Training for the Core Musculature[J]. *Strength Cond J*, 2018,33(2): 72 – 81.
- [20] Behm D G, Anderson K, Curnew R S. Muscle force and activation under stable and unstable conditions[J]. *J Strength Cond Res*, 2012,26(3): 416 – 422.
- [21] Behm D G. Neuromuscular Implications and Applications of Resistance Training [J]. *J Strength Cond Res*, 2015, 19(7): 658 – 663.
- [22] Bale M, Strand L I. Does functional strength training of the leg in subacute stroke improve physical performance? A pilot randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2018,32(10 – 11): 911 – 921.
- [23] Willardson J M. The effectiveness of resistance exercises performed on unstable equipment[J]. *Strength Cond J*, 2017,36(5): 70 – 74.
- [24] Colado J C, Pablos C. Chulvi – Medrano I, The progression of paraspinal muscle recruitment intensity in localized and global strength training exercises is not based on instability alone[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2011,92(11): 1875 – 1883.
- [25] Koshida S, Urabe Y, Miyashita K, et al. Muscular outputs during dynamic bench press under stable versus unstable conditions[J]. *J Strength Cond Res*, 2018,32(5): 1584 – 1588.
- [26] Fletcher I M, Bagley A. Changing the stability conditions in a back squat; the effect on maximum load lifted and erector spinae muscle activity [J]. *Sports Biomech*, 2014,13(4): 380 – 390.
- [27] McGill S M, Cannon J, Andersen J T. Analysis of pushing exercises: muscle activity and spine load while contrasting techniques on stable surfaces with a labile suspension strap training system [J]. *J Strength Cond Res*, 2014,28(1): 105 – 116.
- [28] Prieske O, Muehlbauer T, Borde R, et al. Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2016,26(1): 48 – 56.
- [29] Willardson J M, Fontana F E, Bressel E. Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises[J]. *Int J Sports Physiol Perform*, 2019,14(1): 97 – 109.
- [30] Youdas J W, Baartman H E, Gahlon B J, et al. Recruitment of Shoulder Prime Movers and Torso Stabilizers During Push – Up Exercises Using a Suspension Training System [J]. *J Sport Rehabil*, 2020: 1 – 8.
- [31] Hamlyn N, Behm D G, Young W B. Trunk muscle activation during dynamic weight – training exercises and isometric instability ac-

activities[J]. J Strength Cond Res, 2017,31(4): 1108 – 1112.

[32] Colado J C, Pablos C, Chulvi – Medrano I. The progression of paraspinal muscle recruitment intensity in localized and global strength training exercises is not based on instability alone[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2011,92(11): 1875 – 1883.

[33] Nuzzo J L, McCaulley G O, Cormie P, et al. Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises [J]. J Strength Cond Res, 2018,32(1): 95 – 102.

[34] Martin P G, Rattey J. Central fatigue explains sex differences in muscle fatigue and contralateral cross – over effects of maximal contractions[J]. Pflugers Arch, 2017, 454(6): 957 – 969.

[35] Todd G, Petersen N T, Taylor J L, et al. The effect of a contralateral contraction on maximal voluntary activation and central fatigue in elbow flexor muscles[J]. Exp Brain Res, 2013,150(3): 308 – 313.

[36] Kean C O, Behm D G, Young W B. Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women[J]. J Sports Sci Med, 2016,15(1): 138 – 148.

[37] Behm D G, Wahl M J, Button D C, et al. Relationship between hockey skating speed and selected performance measures [J]. J Strength Cond Res, 2015,39(2): 326 – 331.

[38] Waddington G, Seward H, Wrigley T, et al. Comparing wobble board and jump – landing training effects on knee and ankle movement discrimination[J]. J Sci Med Sport, 2017, 20(4): 449 – 459.

[39] Verhagen E A, van Tulder M, van der Beek A J, et al. An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball[J]. Br J Sports Med, 2015, 49(2): 111 – 115.

(上接第 77 页)

(3)深入研究篮球制胜规律,把握项目特点科学训练,尤其要加强篮球运动员核心力量训练。

参考文献:

[1] 现代汉语词典[M]. 北京:商务印书馆, 2012.

[2] 王家宏.球类运动—篮球[M]. 北京:高等教育出版社,2005:84.

[3] 范民运.第 29 届奥运会中国男篮进攻能力研究[J]. 北京体育大学学报,2008, 31(11):1563 – 1568.

[4] 王卫星,彭延存.运动员体能与技、战术发挥的关系[J]. 北京体育大学学报,2007,30(3):289 – 293.

[5] 王武年,杨鹏飞,郭永波.第二十九届奥运会中国男子篮球队进攻研究[J]. 中国体育科技,2009,45(6):30 – 33.

[6] 何斌.第 29 届奥运会中国男篮攻防能力研究[J]. 安徽体育科技,2009,30(3):20 – 23.

[7] 李兵.雅加达亚运会中国男篮后卫队员进攻能力分析[J]. 体育科技文献通报,2019(7):62 – 63.

[8] 崔国强.从世界篮球发展趋势看中国男篮在进攻和防守中存在的问题[J]. 辽宁体育科技,2004,26(2):56 – 57.

[9] 曾猛.雅加达亚运会中国男篮技术指标统计分析[J]. 哈尔滨体育学院学报,2019,37(5):65 – 69.

[10] 康冬阳.第 31 届奥运会中国男篮进攻效果的研究[J]. 体育科技,2019,40(1):1 – 2.

[11] 黄优强,周武.里约奥运会中国男篮技战术总结暨 2019 年篮球世界杯备战策略[J]. 北京体育大学学报,2019,42(4):127 – 138.