



人体运动的本质

Nature of Human Exercise

黎涌明^{1,2}, 纪晓楠³, 资 薇⁴

LI Yong-ming^{1,2}, JI Xiao-nan³, ZI Wei⁴

摘 要:从动作和能量代谢角度重新认识人体运动。人体运动的外在本质是动作,内在本质是能量代谢。运动训练的目的在于以动作为载体,注重动作的灵活性和稳定性,无伤化和有效性发展三大供能系统供应能量的能力和动作技术利用能量的能力。我国运动训练过程中存在的众多问题可以从动作和能量代谢两个角度来认识和解决。

关键词:动作;能量代谢;无伤化;有效性

Abstract: Human exercise is recognized from the view of movement and energy metabolism, with the fore as the external nature and the after as the internal nature of human exercise. The goal of sport training should be considered to injury-free and efficiently improve the capacity of energy supply, as well as the capacity of energy utilization, given the emphasis on movement mobility and stability. Movement and energy metabolism could provide some solutions for the current problems in sport training in China.

Key words: movement; energy metabolism; injury-free; efficiently

中图分类号:G804.2 文献标识码:A

竞技体育是人类挑战自身极限的一个过程。在这一过程中,不同学科分别从各自的角度出发,对人体运动不断探索,试图解析人体运动的奥秘所在。作为一门研究人体运动的应用性学科,运动训练学致力于整合各个学科的研究成果,并将其应用于提高人体对外做功的能力。在过去的半个世纪内,尤其是近20年来,各个学科在各自领域内分别取得了新的发展,并推动了人类在各个运动项目中达到一个又一个新的高度。我国运动训练学自20世纪80年代诞生之后,对竞技体育活动进行了积极探索,提升了我国竞技体育的理论和实践水平。但是,与世界竞技体育的高速发展相比,我国运动训练学的理论发展满足不了竞技训练的实践需求,而由此对我国竞技体育带来的制约也越来越明显。本文拟从运动训练学的角度来重新认识人体运动的本质,为我国运动训练过程中存在的众多问题提供解决思路。

1 我国现有运动训练学对人体运动的认识

运动训练学的诞生是以前东德莱比锡体育学院 Harre 博士著的《训练学》(Trainingslehre)为标志。运动训练学作为一门学科在我国的建立归功于我国20世纪70年代的留德、留苏学者。但是,鉴于历史局限性,我国早期的运动训练学著作以翻译国外的教材为主,而我国原创性运动训练学理论的代表是“项群训练理论”。项群训练理论的提出和建立被认为在一般训练理论和专项训练理论之间架

起了沟通的桥梁^[14]。根据项群训练理论,体育项目被按照竞技能力的主导因素划分为体能主导类和技能主导类。这种划分在特定阶段对中国竞技体育的发展发挥了积极的作用。

随着竞技体育的发展,将体育项目人为地划分为体能主导和技能主导破坏了体能和技能的一体性,间接导致我国体能类项目忽视技术,技能类项目忽视体能的倾向。技术不足是限制我国体能类项目实现突破的障碍,体能不足

收稿日期:2013-12-18; 修订日期:2014-01-15

基金项目:国家体育总局科教司资助项目(2012B064)。

作者简介:黎涌明(1985-),男,湖南汨罗人,在读博士研究生,研究方向为运动生理学和训练学, Tel: (020) 37418035, E-mail: liyongming08@gmail.com; 纪晓楠(1987-),女,山东莱西人,在读硕士研究生,主要研究方向为运动训练学, E-mail: jixiaonan866@163.com; 资薇(1981-),男,湖南衡阳人,讲师,博士,研究方向为运动训练学, E-mail: bighuntersee@126.com。

作者单位:1. 德国莱比锡大学 体育科学学院,德国 莱比锡 04109; 2. 广东省船艇训练中心,广东 广州 510545; 3. 宁波大学 体育学院,浙江 宁波 315211; 4. 河南大学 体育学院,河南 开封 475000

1. Faculty of Sport Science, University of Leipzig, Leipzig 04109, Germany; 2. Guangdong International Rowing and Canoeing Center, Guangzhou 510545, China; 3. Faculty of Physical Education, Nibong University, Ningbo 315211, China; 4. Faculty of Physical Education, Henan University, Kaifeng 475000, China.

成为制约我国技能类项目进一步发展的瓶颈。如果按照项群训练理论将奥运项目分为体能主导类和技能主导类,可以发现,中国体育代表团在两类项目上历届奥运会的金牌数都呈上升趋势(图 1)。技能主导类项目金牌数由 2000 年前的 10 几枚提高到 2000 年后的 20 几枚,2008 年北京奥运会更是借助主场优势使金牌数直逼 40 枚,但金牌主要集中在乒乓球、羽毛球、跳水和体操等少数几个项目。体能主导类项目金牌数尽管也有上升,但是,无论是增幅还是总金牌数都远不如技能主导类项目。而且,一个不能忽视的事实,是体能主导类项目的金牌数中将近一半来自举重项目(48.1%)。2000 年悉尼奥运会后,以重点发展田径、游泳、自行车和水上项目的“119 工程”被提出,这 4 个大项所涉及的奥运会项目数占奥运会总项目数的 40.7%之多,而我国在这几个项目中的金牌数更是寥寥无几,北京奥运会水上项目的 3 枚金牌和伦敦奥运会游泳项目的 5 枚金牌被认为是“119 工程”自提出后的少数亮点之一。我国体能主导类项目的普遍低迷以及技能主导类项目优于少数几个项目的现象与目前国外竞技体育的现状和趋势形成明显反差。

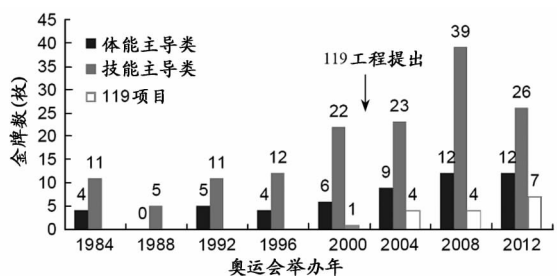


图 1 我国历届夏季奥运会金牌分布情况示意图

Figure 1. Distribution of Gold Medals for China in Olympic Games

2 世界竞技体育的现状和趋势

在过去一百多年内,众多体育项目通过不断提高比赛成绩来演义人类追求更高、更快、更强的历程。图 2 是多个体育项目在百年内的成绩提高幅度。借由生理学和生物力学两方面的发展,100 m 跑比赛成绩提高了 25%之多,而提高幅度最大的要属自行车(218%),并且,对器材依赖越大的项目从生物力学方面的发展中获利越多,如赛艇和自行车高达 57%和 46%之多,而对器材依赖越小的项目从生理学方面的发展中获利越多,如 100 m 跑高达 84%之多。男子单人皮艇 1 000 m(MK1-1 000 m)和女子单人皮艇 500 m(WK1-500m)在过去 75 年内分别提高 32.5%和 42.1%(图 3),而背后的原因同样包括生理学和生物力学两方面的发展。更高、更强壮的运动员的招募带来了皮划艇运动员生理能力的增加,对专项供能特点认识的深入促进了对有氧能力的重视,器材的不断发展使得运动员专项运动的效率不断提高,训练量的减少和训练结构的优化提高了运动员能力适应的有效性,生理学和生物力

学监控诊断的进步增进了对专项特征的了解和训练科学化程度^[8]。

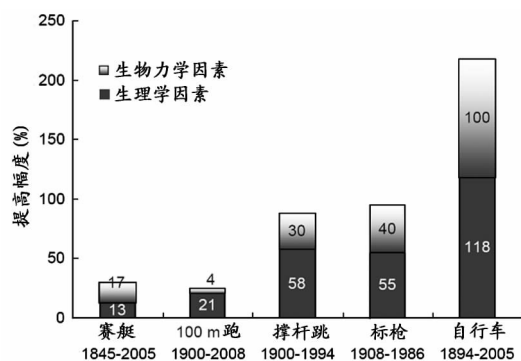
图 2 各体育项目近百年来成绩提高幅度^[22,43]示意图

Figure 2. Enhancement of Racing Results in Selected Sports during the Past Century

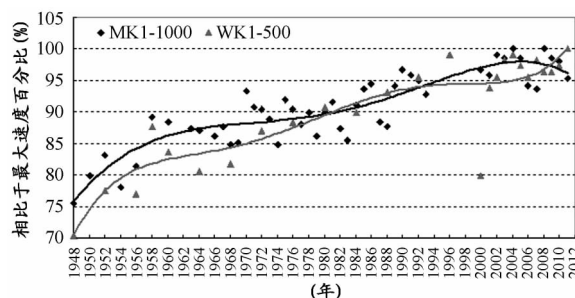
图 3 静水皮划艇奥运会和世界锦标赛比赛成绩在过去 75 年内的变化^[8]示意图

Figure 3. Development of Racing Results of Canoe Sprint in Olympic Games and World Championship during the Past 75 Years

注:MK1-1000 为男子单人皮艇 1 000 m,WK1-500 为女子单人皮艇 500 m。

2.1 体能类项目重视技术

纵观 20 世纪各体能类项目运动员的形态特征可以发现,运动员在身高和体重方面都呈上升趋势。运动员身高、体重的增加意味着肌肉量的增加,而由此对运动能力带来的最直接影响是身体能量供应的增加。但是,近十几年来,各体能类项目的运动员形态学特征已进入一个稳定水平,运动员身高、体重未出现无限制的增加,这意味着运动员身体能量供应量逼近人类的极限。而人类追求更高、更快、更强的过程是由能量供应和能量利用两方面决定的。因此,众多体能类项目近十几年来加大了对能量利用的重视,即从生物力学方面追求器材的优化和技术的完善。对于一名体能类项目运动员而言,进入成年后体重将维持在一个相对稳定的水平,其能量供应量同样也受到限制,其运动能力的保持或提高需要在保持能量供应能力的基础上进一步完善技术,提高能量利用的效率。Jones^[33]对一名女子马拉松世界纪录保持者进行了长达 6 年的跟踪研究发现,其最大耗氧量在 6 年内未发生明显变化,而 2

mM 对应的跑速提高了 25%, 跑步经济性提高了 15%。这名运动员最大耗氧量未发生明显变化是因为其体重或肌肉量在进入成年后维持在一定水平, 2 mM 对应的跑速提高主要是因为其肌肉的结构(如线粒体)得到改善, 跑步经济性的提高主要来自其技术的完善。近两届奥运周期国内兴起了“核心力量训练”和“功能性训练”的热潮^[7,11], 尽管国内对此认识有失全面和理性, 但却是受美国体能训练界的影响, 体能训练中增加对动作有效性和功能化的重视也是体能类项目重视技术的一个表现。

2.2 技能类项目重视体能

与体能类项目重视技术相对的, 在过去一个世纪内技能类项目重视体能。作为一个技能主导型项目, 花样滑冰一直被认为是一个无氧供能为主的运动项目(有氧供能百分比为约为 20%^[18])。但是, 德国莱比锡大学体育科学学院的研究人员的研究结果表明, 持续时间在 4 min 左右的花样滑冰有氧供能百分比却高达 74.1%之多^[26]。以往对花样滑冰这一运动项目的认识低估了有氧供能的重要性, 这可能也是一些技能主导类项目在后程出现技术难度和技术稳定性下降的原因之一。同样, 在技能主导类项目的足球运动中, 世界顶级球队在过去 30 年内一直在致力于提高运动员的生理学能力(或体能)^[44]。足球运动员在比赛中的跑动距离多达 10 000~12 000 m, 但是, 这其中 80% 以上属于走动和中低速度跑动^[44], 这种强度的运动是有氧供能为主的。Helgerud 等人^[25]的研究表明, 有氧能力的改善增加了足球运动员比赛跑动距离、跑动强度、冲刺数量和带球时间。

综合以上分析似乎可以发现, 体能主导类项目并不是体能主导, 而技能主导类项目并不只有技术。造成这种困惑的原因, 可能在于对运动项目体能主导和技能主导的主观划分破坏了人体运动的一体性, 造成体能主导类项目忽视技术, 技能主导类项目忽视体能。为了消除这一困惑, 需要跳出对运动项目体能主导和技能主导主观划分的框架, 从人体运动的本质出发来重新认识人体运动, 并在此基础上分析和解决运动训练过程中出现的问题。

3 人体运动的本质

人体运动是在能量供应下肌肉收缩牵动骨绕关节的运动。人体运动不存在单一肌肉的运动, 任何肌肉的收缩都需要其他肌肉共同参与来完成^[27-30]。不同肌肉的这种组合收缩就表现为动作(如拉、推和旋), 而不同动作在空间上的组合则表现为技术(如扣球、跳跃等)。不同动作在时间上的组合或同一动作在时间上的重复, 甚至单一动作的完成, 都需要人体通过代谢提供能量来完成。而力量、速度和耐力只不过是能量供应下动作的不同重复方式, 如动作的最大重复表现为最大力量, 动作的快速重复表现为速度, 动作的多次重复表现为耐力。因此, 可以发现, 人

体运动的本质为动作和能量代谢, 动作是人体运动的外在本质, 能量代谢为人体运动的内在本质。

3.1 动作

动作可以按参与部位分为上身动作、下身动作和全身动作, 动作也可以按完成方式分为推(离心)、拉(向心)和旋, 而推和拉又可分为水平方向和垂直方向的推和拉, 旋又可分为内旋和外旋(图 4)。对动作的这种划分是分析项目特征并制定相应训练方法的一个重要标准, 如赛艇项目的技术分为 4 个环节(蹬腿、倒体、拉桨和回桨), 其中 3 个主要发力环节(蹬腿、倒体和拉桨)对应的动作为下肢的推、下肢的拉和上肢的拉。因此, 赛艇项目的训练任务主要为发展这 3 个动作的能量供应能力, 而陆上力量练习动作则以深蹲(下肢推+下肢拉)、硬拉(下肢拉)和卧拉(上肢拉)为主^[38]。

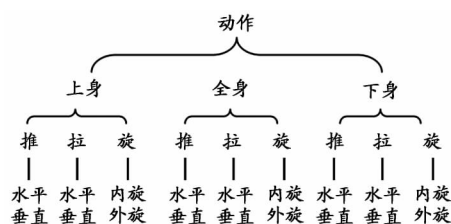


图 4 动作类型示意图

Figure 4. Movement Category

根据动作的完成是否符合人体解剖学原理和人体运动的专项技术要求, 动作有正确和错误之分。正确的动作具备完成动作所需要的灵活性和稳定性, 既能够减小动作完成过程中对骨骼和肌肉带来的伤害, 又能够降低动作完成过程中的能量损耗; 错误的动作则不具备完成动作所需要的灵活性和稳定性, 而由此带来的是伤病风险和能量损耗的增加。例如, 跑步所涉及的动作之一是下肢的推, 而下肢推动作的正确方式要求膝关节沿足尖的方向运动, 避免膝关节的内扣或外翻; 如果下肢推动作的稳定性不足, 出现膝关节内扣, 则会降低下肢推的发力, 增加膝关节半月板和十字韧带受伤的风险^[42]。有研究表明, 膝关节损伤与髌关节外展和外旋力量不足有关, 而髌关节外展和外旋力量不足则具体表现为下肢推动作中膝关节的内扣^[31,32,34,39,40]。又如, 赛艇运动所涉及的动作之一是下肢的拉(即倒体动作), 而下肢拉的正确方式是躯干稳定前提下以髌关节为轴的臀大肌和腘绳肌的发力^[41], 避免腰部出现矢状面内的前屈和后伸; 如果下肢拉的灵活性不够, 出现骨盆前倾不充分, 腰椎代偿性前屈, 则会降低下肢拉的发力, 增加腰部肌肉的代偿性发力, 增加腰椎受伤的风险^[42]。McGregor 等人^[37]研究了英国女子国家赛艇队运动员, 发现其在入水动作时存在骨盆前倾不够现象, 出现腰部代偿性前屈, 此后针对性地进行了 2 年的训练, 旨在改善下肢拉的灵活性, 结果表明, 运动员骨盆前倾幅度增加, 由此带来的是拉桨幅度增加 15~19 cm, 拉桨力提高 40~

80 N。

从纵向发展来看,人体运动能力的提高应优先发展动作的灵活性和稳定性,使动作的完成功能化,然后再考虑动作的难度(如增加负重和动作速度)和重复方式(如增加次数),以发展动作的力量、速度和耐力。假如运动员不具备深蹲动作的灵活性和稳定性,出现膝内扣和腰部松弛,而教练员却安排运动员进行深蹲的负重练习,那么,由此带来的后果很可能是受伤(如膝伤和腰伤)。在实际训练过程中,我国的运动训练往往对动作的灵活性和稳定性(或动作的质量)重视不够,运动员在青少年训练阶段以错误的动作进行力量、速度和耐力的训练,造成运动员在进入省队和国家队后动作和技术不正确,伤病多。

3.2 能量代谢

人体生命的维持是因为人体能够源源不断地通过代谢获得能量以维持机体的运转,包括食物消化、肌肉收缩、神经传导、血液循环、组织合成和腺体分泌等^[36]。人体运动时所需要的代谢原料(如氧气)需要经由血液流至代谢的组织细胞,而代谢后的废物(如二氧化碳)同样需要经由血液进行排除,因此,血液量是能量代谢程度的一个重要标志。安静状态下,心脏每分钟泵出的血液量只有 1 200 ml,其中,21%流向了肌肉;但是,最大运动时心脏每分钟泵出的血液量高达 22 000 ml 之多,且 88%的血液流向了肌肉^[16]。因此,人体运动过程中,尤其是高强度运动过程中,肌肉是能量代谢的主要场所。

肌肉收缩做功的直接能量来源是三磷酸腺苷(ATP),但是,ATP 在肌肉内的储量非常有限(约 5~7 mmol/kg 湿肌^[23]),只够肌肉进行 3~4 次最大收缩或者 1~2 s 的最大持续做功^[24]。此后,肌肉需要通过其他途径合成 ATP,以继续收缩做功。ATP 的合成包括无氧非乳酸(磷酸原)^[35]、无氧乳酸(无氧糖酵解)^[17]和有氧(葡萄糖和脂肪的氧化)3 种途径。ATP 合成的 3 条途径也被称为人体能量代谢的 3 大供能系统,三大供能系统对应的代谢原料、功率和做功能力如表 1 所示^[21],其中,磷酸原供能系统的功率最大,但是做功能力最小,有氧供能系统的功率最小,但是做功能力最大。

ATP 合成的这 3 条途径在任何时候都是同时存在的,只是不同强度的肌肉收缩三者参与的比例不一样。图 5 是三大供能系统在不同最大运动时间下的供能比例图^[19],从中可以发现,当最大运动时间<10 s 时,肌肉收缩的能量供应以磷酸原为主,且随着最大运动时间的延长,磷酸原供能比例下降,糖酵解供能比例增加,而有氧供能在<10 s 的最大运动中比例很小。当最大运动时间在 10~60 s 之间时,肌肉收缩的能量供应以糖酵解为主,随着最大运动时间的延长,糖酵解供能比例下降,有氧供能比例增加,磷酸原供能比例也继续下降。此外,当最大运动时间在 10~30 s 间时,磷酸原供能比例高于有氧供能,当最大运

动时间在 30~60 s 时,有氧供能比例高于磷酸原供能。当最大运动时间>60 s 时,肌肉收缩的能量供应以有氧为主,且随着最大运动时间的延长,有氧供能比例增加,而糖酵解和磷酸原供能比例下降。此外,有氧供能和无氧供能(无氧非乳酸和无氧乳酸)主导供能的临界点约为 75 s^[9],即最大运动时间短于 75 s 时,能量供应以无氧为主,最大运动时间长于 75 s 时,能量供应以有氧为主。

表 1 人体能量代谢三大供能系统代谢原料、功率和做功能力^[21]一览表
Table 1 Substrates, Power and Capacity of Energy Supply Systems

	代谢原料	功率 mmol/kg 湿肌/s	做功能力 mmol/kg 湿肌
磷酸原	ATP→ADP CP→Cr ADP→AMP	3~6	20~25
糖酵解	葡萄糖→乳酸	1.5~3	50
有氧	葡萄糖→CO ₂ , H ₂ O 脂肪→CO ₂ , H ₂ O	0.50~0.75 0.24~0.40	取决于原料量

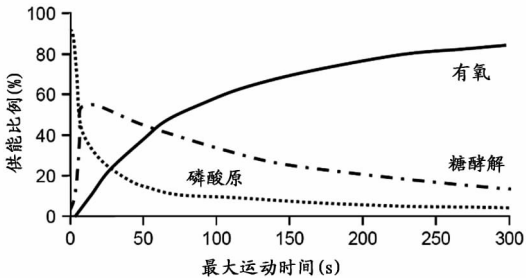


图 5 人体能量代谢三大供能系统在不同最大运动时间下的供能比例^[19]示意图

Figure 5. Relative Contributions of Energy Supply Systems during Maximal Exertion with Different Durations

图 6 是两种不同类型的运动员在完成 90 s 功率自行车全力运动过程中三大供能系统的能量供应变化^[20]。不管运动员属于耐力型还是速度型,三大供能系统的总供能系统在运动的前 5 s 内都急剧增加,5 s 后总能量供应量都急剧下降,直至 40 s 才进入缓慢下降区。三大供能系统在此期间有着不同的特征,磷酸原供能在运动开始后急剧增加,在 2~3 s 内达到最高峰,然后急剧下降,到第 10 s 时几乎接近能量供应的最低值;糖酵解供能在运动开始后也急剧增加,并在第 10~12 s 时达到最高峰,之后急剧下降至第 40 s,然后进入缓慢下降区;有氧供能在运动开始时也迅速增加,但增加的速度远远小于磷酸原和糖酵解系统,30 s 时接近最高水平。速度型运动员由于在磷酸原和糖酵解供能系统方面的优势,在运动开始的前 30 s 内能量的总供应量大于耐力型运动员,但是,耐力型运动员凭借有氧供能的优势在运动开始 30 s 后能量总供应量大于速度型运动员。

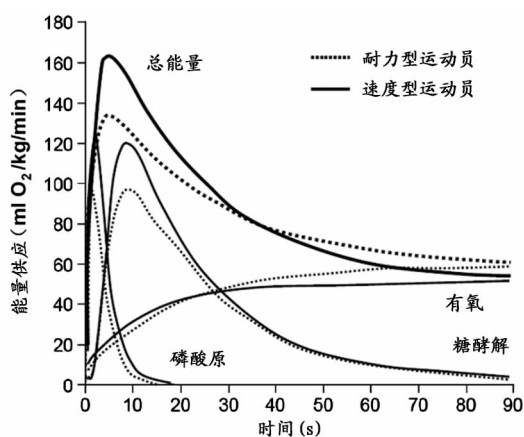


图6 90 s最大运动(自行车)过程中能量供应特点^[20]示意图
Figure 6. Time-course Characteristics of Maximal Cycling in 90 s

综上可知,人体运动的外在本质是动作,内在本质是能量代谢。运动训练的目的之一在于改善人体的动作,以提高动作的灵活性和稳定性,提高能量利用的效率,并减小运动训练过程中伤病出现的机率。运动训练的目的之二在于发展人体的能量代谢能力,使人体运动过程中能够产生更多的能量。运动训练理论中所对应的力量、耐力和速度都是对人体运动外在本质和内在本质的描述,力量是肌肉高强度、短时间做功的能力,速度是肌肉中高强度、中短时间做功的能力,而耐力是肌肉中低强度、中长时间做功的能力。力量、速度和耐力都是能量供应下动作的不同重复方式,力量是磷酸原供能为主的动作的最大(或大)强度、少次数的重复,速度是磷酸原和糖酵解供能为主的动作的中高强度、中少次数的重复,耐力是糖酵解和有氧供能为主的动作的中低强度、中多次数的重复(图7)。

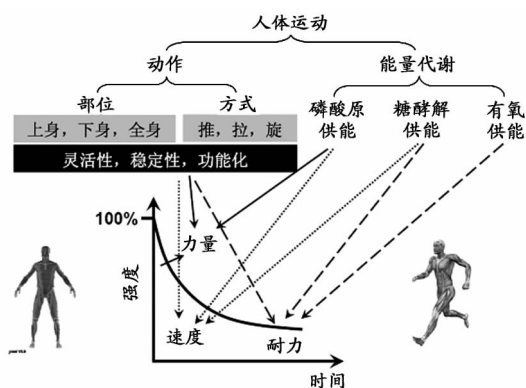


图7 人体运动的本质示意图
Figure 7. Nature of Human Exercise

4 对人体运动的本质认识的意义

4.1 对我国运动训练过程中存在问题的分析

我国竞技体育整体表现为体能主导类项目的普遍低迷和技能主导类项目优于少数几个项目,造成这种局面的原因包括生物学理论基础薄弱^[6]、对专项特征认识不足^[3]、专项能力训练错位^[1]、体能类项目技术不足^[2]、训练

质量不高^[5]、盲目提高训练强度^[4]等。这些原因归根结底,是缺乏对人体运动本质的认识。动作和能量代谢特征是专项运动最基本的两个特征,片面地从动作或能量代谢的角度来认识一个运动项目只会带来对专项特征认识的不足,并且,运动训练的从业人员对动作或能量代谢的认识往往浮于表象,如静水皮划艇表面看来是一个上半身为主的运动,但是,通过与国外运动员进行比较发现,躯干部位肌肉(背阔肌)利用不够是造成我国运动员与国外运动员差距的主要原因之一。另外,静水皮划艇500 m比赛后的血乳酸 >10 mM,但是,约2 min的全力划过程中有氧供能比例却高达59.6%之多^[10]。造成专项能力训练错位的原因,在于运动员的纵向培养过程中没有处理好动作和能量代谢的关系。

能量代谢是以动作为载体的,不存在单一肌肉的力量、速度和耐力,而只有某一动作的力量、速度和耐力,如果没有优先发展动作的灵活性和稳定性,过早地让运动员以错误的动作进行力量、速度和耐力的训练,就会造成运动员专项技术差、伤病多。我国体能类项目技术不足可能也是由此造成的。造成训练质量不高的原因不是训练强度不够,而是对专项运动的动作特征认识不够或要求不严。例如,专项运动的动作往往是多肌肉参与的多关节多维的非对称性发力,需要身体整体稳定前提下的局部发力,近端稳定前提下的远端发力,而力量训练过程中却只采用单关节单维的对称性发力,对身体的稳定性也没有做出要求。我国运动训练中存在的一般力量与专项力量脱节问题也可能是由此造成的。我国运动训练过程中盲目提高训练强度的理论根源于“超量恢复”,而超量恢复理论的提出本身就缺乏生物学基础。发展不同供能系统的负荷量和强度不一样(图5),发展磷酸原供能系统的最大运动时间需 <10 s,发展糖酵解供能系统的最大运动时间为10~60 s,而发展有氧供能系统则需要以低强度持续运动为主。缺乏对不同训练方法手段能量代谢特征的认识,容易带来运动训练过程中无氧训练负荷量过多、无氧训练负荷过早以及有氧训练负荷强度过高等问题。

4.2 对“体能”概念的审视

在我国运动训练理论和实践过程中,“体能”是一个被过度使用却依然模糊的概念。尽管有关体能这一概念的词源无法考究,但对《中国期刊网体育学科领域以“体能”为文献标题、关键词对历年来相关文献进行搜索,以国内体育学科领域第一篇“体能”有关的文献出现(《帮助体能差的学生提高体育成绩》,上海体育学院学报,1983年^[12])为起点,我国过去的30年内对体能的相关研究经历了3个时期,基本对应为每10年一个时期(图8)。1983—1993年每年的文献量为 <10 篇;1994—2002年每年的文献量为 <50 篇;2003—2013年每年的文献量 >50 篇。与体能相关研究变化趋势相似的是我国项群训练理论的发展。

据熊焰等人^[15]分析,1981—1990 年是项目训练理论提出和创立的时期,1991—1998 年是项群训练理论丰富和完善的时期,1999 年后则是项群训练理论实践指导和拓展提升的时期。

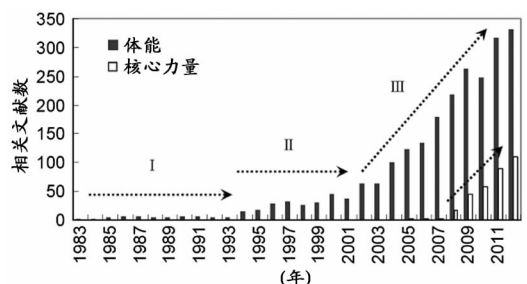


图 8 我国过去 30 年体能和核心力量

相关研究文献量的变化示意图

Figure 8. Development of Research Literatures on "Physical Conditioning" and "Core Strength" in China during the Past 30 Years

我国运动训练理论和实践过程中对体能的关注程度很大程度上是受项群训练理论的影响,项群训练理论对运动项目体能主导和技能主导的划分,将体能这一概念突显出来。尽管体能包括形态、机能和素质,但是,在运动训练过程中却主要涉及的是素质,包括力量、耐力、速度、柔韧、协调和灵敏^[13]。

北京奥运周期后,体能训练领域出现了一个新的热点——核心力量训练。对中国期刊网“核心力量”相关文献的搜索表明,相关文献在 2008 年后急剧增加(至 2012 年 109 篇,图 8)。国内运动训练实践过程中一度出现“谈体能必谈力量,谈力量必谈核心力量”的现象,核心力量与传统力量的关系也成为训练实践过程中争议的话题之一^[11]。造成这一现象的原因之一,是对人体运动本质认识的局限所致。以往体能训练关注的主要是不同负荷对肌肉和神经的生理学刺激效果,而较少关注柔韧、协调和灵敏的训练。核心力量训练(以及功能训练)在国内出现后,提出了动作这一概念,强调动作的灵活性和稳定性,强调在柔韧、协调和灵敏的基础上发展力量、速度和耐力。正是以往体能训练对柔韧、协调和灵敏的忽视,以及核心力量训练和功能训练出现后对其理解的片面,造成了二者的对立。而本质上,核心力量训练和功能训练的精髓在于其吸收了物理治疗领域对“动作”的认识,强度无伤化和有效性发展力量、速度和耐力。

但不足的是,吸收了动作这一概念后的体能训练仍然存在对体能训练生理学反应的忽视。这一点集中体现在“力量耐力”这一概念上。众多持续时间为 20 s~10 min 的运动项目都被认为是力量耐力型项目,而发展力量耐力相应的体能训练方法则是以专项运动持续时间进行力量训练[如赛艇进行 200 次(约为 6 min)的卧拉]。然而,对人体运动的能量代谢研究表明,>75 s 的全力运动都是以

有氧供能为主(图 5)^[9],即决定所谓的力量耐力的是有氧能力。对力量耐力认识的误区是我国力量耐力型运动项目落后的重要原因之一。

5 小结

我国运动训练学现有理论对人体运动体能主导和技能主导的划分造成我国体能主导类项目忽视技术及技能主导类项目忽视体能。人体运动的本质是动作和能量代谢,力量、速度和耐力都是能量供应下动作的不同重复方式。运动训练的目的在于以动作为载体,注重动作的灵活性和稳定性,无伤化和有效性发展三大供能系统供应能量的能力和动作技术利用能量的能力。我国运动训练过程中存在的众多问题不妨从动作和能量代谢两个角度来认识 and 解决。

参考文献:

- [1] 陈小平. 试论“专项能力”的训练——对我国体能类项目训练中存在的主要问题的探析[J]. 中国体育科技, 2002, 38(1): 10-13.
- [2] 陈小平. 论运动技术和技术训练[J]. 体育科研, 2006, 27(5): 35-45.
- [3] 陈小平. 论专项特征——当前我国运动训练存在的主要问题及对策[J]. 体育科学, 2007, 27(2): 72-78.
- [4] 陈小平. 我国耐力训练存在的主要问题——对训练强度失衡的反思[J]. 武汉体育学院学报, 2008, 42(4): 9-15.
- [5] 陈小平. 训练质量刍议——兼析当前我国运动训练中存在的问题[J]. 体育科研, 2008, 27(1): 50-54.
- [6] 陈小平. 重塑我国训练理论的运动生物学基础[J]. 体育科学, 2010, 30(11): 17-23.
- [7] 黎涌明. 对体能训练相关问题的重新认识[J]. 中国体育教练员, 2012, (2): 50-51.
- [8] 黎涌明. 静水皮划艇比赛成绩 75 年发展分析[J]. 中国体育科技, 2012, 48(3): 69-74.
- [9] 黎涌明. 不同运动方式的能量代谢——共性与区别[J]. 体育科学, 2013, 33(12): 81-86.
- [10] 黎涌明, 陈小平, 马格特·尼森, 等. 静水皮艇 500 m 供能特征[J]. 中国体育科技, 2013, 49(2): 3-7.
- [11] 黎涌明, 徐权, 陈小平. “核心力量”和力量训练刍议[J]. 中国体育教练员, 2011, (4): 38-41.
- [12] 仲曾寿. 帮助体能差的学生提高体育成绩[J]. 上海体育学院学报, 1983, (S1): 48-49.
- [13] 田麦久. 运动训练学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2000.
- [14] 田麦久, 麻雪田, 黄新河, 等. 项群训练理论及其应用[J]. 体育科学, 1990, 10(6): 29-35.
- [15] 熊焰, 孔祥宁, 徐刚, 等. 项群训练理论构建二十年[A]. 第七届全国体育科学大会论文集[C]. 北京: 中国体育科学学会, 2004.
- [16] ANDERSON K L. The Cardiovascular System in Exercise[A]. In: FALLS H. B. ed, Exercise Physiology[M]. New York: Academic Press, 1968.
- [17] ARAKI T. Ueber die bildung von milchsaeure und glycolose im

- organismus bei sauerstoffmangel[J]. Zeitschr Phys Chem, 1891,(15):335-370.
- [18] BOMPA T O. Periodization: Theory and Methodology of Training[M]. 4 ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.
- [19] GASTIN P B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise[J]. Sports Med, 2001, 31(10): 725-741.
- [20] GASTIN P B, DL LAWSON. Influence of training status on maximal accumulated oxygen deficit during all-out cycle exercise[J]. Eur J Appl Physiol, 1994, 69(4): 321-330.
- [21] GREENHAFF P L, E HULTMANN, RC HARRIS. Carbohydrate metabolism[A]. In: POORTMANS J. R. ed, Principles of Exercise Biochemistry[M]. Basel: Karger, 2004: 109-151.
- [22] HAAKE S J. The impact of technology on sporting performance in olympic sports[J]. J Sports Sci, 2009, 27(13): 1421-1431.
- [23] HARRIS R C, E HULTMAN, LO NORDESJ. Glycogen, glycolytic intermediates and high-energy phosphates determined in biopsy samples of musculus quadriceps femoris of man at rest. Methods and variance of values[J]. Scand J Clin Lab Invest, 1974, 33(2): 109-120.
- [24] HECK H. Muskulaere energiestoffwechsel und sportliche aktivitaet[J]. Blickpunkt der Mann, 2006, 4(4): 23-28.
- [25] HELGERUD J, LC ENGEN, U WISLOFF, *et al.* Aerobic endurance training improves soccer performance [J]. Med Sci Sports Exe, 2001, 33(11): 1925-1931.
- [26] HERMSDORF M, S SPIEGEL, K KNOLL, *et al.* Entwicklung eines energetisch orientierten anforderungsprofils im eiskunstlaufen [M]. In: Bisp-jahrbuch; Forschungsfoerderung 2010/2011. Bonn: Bundesinstitut fuer Sportwissenschaft, 2011: 165-170.
- [27] HODGES P, A CRESSWELL, A THORSTENSSON. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement[J]. Exp Brain Res, 1999, 124(1): 69-79.
- [28] HODGES P W, JE BUTLER, DK MCKENZIE, *et al.* Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments [J]. J Physiol, 1997, 505(2): 539-548.
- [29] HODGES P W, A RICHARDSON. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb[J]. Phys Ther, 1997, 77(2): 132-144.
- [30] HODGES P W, CA RICHARDSON. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement[J]. Experimental Brain Res, 1997, 114(2): 362-370.
- [31] IRELAND M L, JD WILLSON, BT BALLANTYNE, *et al.* Hip strength in females with and without patellofemoral pain[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2003, 33(11): 671-676.
- [32] JACOBS C A, TL UHL, CG MATTACOLA, *et al.* Hip abductor function and lower extremity landing kinematics: Sex differences[J]. J Athl Train, 2007, 42(1): 76-83.
- [33] JONES A. The physiology of the world record holder for the women's marathon[J]. Int J Sports Sci Coach, 2006, 1(2): 101-116.
- [34] LEETUN D T, ML IRELAND, JD WILLSON, *et al.* Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes[J]. Med Sci Sports Exe, 2004, 36(6): 926-934.
- [35] LOHMANN K. Konstitution der adenylypyrophosphorsäure und der adenosindiphosphorsäure[J]. Biochem Z, 1935, 282: 120-123.
- [36] MACARDLE W D, FI KATCH, VL KATCH. Exercise Physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance[M]. Baltimore, MD [etc.]: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- [37] MCGREGOR A H, ZS PATANKAR, AM BULL. Longitudinal changes in the spinal kinematics of oarswomen during step testing[J]. J Sports Sci Med, 2007, 6(1): 29-35.
- [38] MCNEELY E. Building Strength[M]. In: NOLTE V. ed, Rowing faster; Human Kinetics, 2005: 87-98.
- [39] NADLER S F, GA MALANGA, M DEPRINCE, *et al.* The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes[J]. Clin J Sport Med, 2000, 10(2): 89-97.
- [40] POLLARD C D, SM SIGWARD, CM POWERS. Gender differences in hip joint kinematics and kinetics during side-step cutting maneuver[J]. Clin J Sport Med, 2007, 17(1): 38-42.
- [41] RICHARDSON B. Catching [A]. In: NOLTE V. ed, Rowing Faster[M]. United States of America: Human Kinetics, 2005.
- [42] SAHRMANN S A. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes[M]. Missouri: Mosby, Inc. , 2002.
- [43] SEILER K S, GO KJERLAND. One hundred and fifty years of rowing faster[J]. Sports Science, 2006, 10: 12-45.
- [44] STOLEN T, K CHAMARI, C CASTAGNA, *et al.* Physiology of soccer: An update[J]. Sports Med, 2005, 35(6): 501-536.

