



# 第17届全国运动生物力学学术交流大会述评

仰红慧,戚雅茜

**摘要:**第17届全国运动生物力学学术交流大会于2014年9月26~29日在大连理工大学召开。大会邀请了11位国内外知名专家、学者作了其相关研究的专题报告,展示了当前国际国内在运动生物力学及其相关外延性研究方面的诸多实用性很强的研究成果,为各位专家、学者、科研人员以及在校大学生提供了一个学术交流的平台。

**关键词:**第17届;运动生物力学;学术交流;述评

中图分类号:G804.6 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2015)02-0001-03

## Brief Commentary of the 17<sup>th</sup> National Conference on Sports Biomechanics

YANG Honghui, QI Yaqian

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** The 17<sup>th</sup> National Conference on Sports Biomechanics was held in Dalian University of Technology from September 26<sup>th</sup> to 29<sup>th</sup>, 2014. Eleven well-known experts and scholars in this field were invited to give the reports on their own researches, which showed the latest practical achievements in the field of biomechanics and the related extensional studies at home and abroad. The conference provided an academic-exchange platform for the experts, scholars and researchers and undergraduates as well.

**Key Words:** the 17<sup>th</sup>; sports biomechanics; academic exchange; commentary

由大连理工大学体育教学部和沈阳体育学院联合承办的2014年第17届全国运动生物力学学术交流大会于9月26~29日在大连召开,来自中国内地、台湾、香港、加拿大、新加坡等地区的生物力学方面的专家、学者和科研人员参加了本次大会。全国运动生物力学学术交流大会是中国运动生物力学领域规模最大、学术性最强的科学会议,本次大会展示了当前国际、国内在运动生物力学方面的最新研究成果,为各位专家、学者和科研人员提供了一个学术交流的平台。

大会主题报告由中国体育科学学会副理事长兼运动生物力学分会主任王清研究员和浙江水利电力学院副校长李建设教授主持,来自香港理工大学的张明教授、加拿大莱思桥大学单共兵教授、台湾师范大学黄长福教授、新加坡体育科学研究中心谢威教授、成都体育学院周继和教授、上海体育学院刘宇教授、西安体育学院严波涛教授、国家体育总局科研所郝卫亚研究员、北京师范大学纪仲秋教授、北京体育大学曲峰教授、大连理工大学元文学教授共计11位专家学者做了主题报告,并设置了“洪友廉”青年学者奖、“健乐”新人奖和4个专题分会场进行各专题的交流。

## 1 主要内容

4个分会场先后进行74场报告。报告涉及运动技术

诊断、运动生物力学教学、运动康复的生物力学、器材研制与开发等多个运动生物力学方面的内容。无论是往届还是本届学会会议,竞技体育相关的生物力学研究一直占据重要位置,从研究内容中也不难发现,竞技体育相关的生物力学研究更趋精细化和实战应用性的提高,可见运动生物力学在竞技体育研究中的深度也在不断加深。运动伤病的防治也一直受到很高的关注,无论是运动员的伤病还是普通人群运动中损伤发生率的降低都成为学者竞相研究的重点,动作技术的分析诊断及足底压力、肌电测试除了提高动作技术外,另一个重要的原因就是减少和预防损伤。当然,运动生物力学的基础理论相关研究也是另一支主流。本次大会报告的研究对象的选择更加宽泛,除不同项目的运动员外,老年人也成为研究的主要对象之一,对于儿童的研究也越来越多,甚至不局限于人,如出现了一些关于赛马的研究。

### 1.1 运动损伤及肌肉、关节性能的生物力学研究

运动损伤一直是困扰运动员训练的基本问题,认识运动损伤的机制及其预防不仅是运动医学的基本问题,也是运动生物力学研究的基本问题,损伤伴随着运动训练,发病率逐年升高,膝关节前交叉韧带是运动损伤中最常见的严重运动损伤之一,从本次大会的研究中可以发现,不少学者和科研工作者也开始关注肩关节和足关节损伤相关

收稿日期:2015-01-08

第一作者简介:仰红慧,女,博士,研究员。主要研究方向:运动生物力学测量与分析。

作者单位:上海体育科学研究所,上海200030



的生物力学研究。

国家体科所的郝卫亚对损伤生物力学的研究与应用进行了综述,所有体育运动参与者都遭受着各种软组织、骨、韧带、跟腱和神经的损伤,这些损伤或因急性创伤或因重复性应力作用所致损伤通常发生在四肢关节和脊柱,膝关节是发生损伤最多的部位,对于损伤机制大多是描述性的解释,缺乏定量的生物力学分析报告,对于人体在体育运动中可承受的损伤耐限和损伤标准的定量研究报告则更加缺乏。虽然生物力学可以定量阐明损伤机制和影响因素,但受到诸多条件的限制,运动损伤生物力学研究应借鉴其他领域的损伤生物力学研究方法,以便更加有效地保护参加体育运动者的身体免受损伤。杨雨丰对业余网球运动员发球技术与肩部损伤关系进行了研究,从运动生物力学的角度分析了辽宁省业余网球运动员早发球技术中造成肩部损伤的技术因素,提出造成业余网球运动员肩部损伤的主要技术性原因为搔背期下肢发力顺序的错乱和搔背末脚离地过晚以及上下肢力量较差等因素,并提出了相应的解决办法。来自国立台湾师范大学的黄长福教授对男女排球运动员落地动作技术做了对比研究,为研究排球运动员下肢损伤提供了生物力学参数。研究发现,男性和女性在执行扣球落地动作会选择不同的策略,男性以膝关节和髌关节进行落地缓冲,女性以膝关节和踝关节进行落地缓冲,且呈现较大的膝关节外翻角度。推断落地缓冲时的关节角度不同,也许就是造成男女排球运动员损伤不同的原因。上海体育学院的张杰通过运动学和动力学分析,研究神经肌肉疲劳对下肢落地侧落的影响,利用 Vicon 三维运动捕捉系统采集运动员从台子上自由落地过程的运动学数据,并利用 Kistler 测力台来收集运动员右脚受到的地面反作用力。研究发现男女运动员在双脚落地瞬间下肢髌关节和踝关节的屈曲角度存在显著的性别差异,男性髌关节和膝关节屈曲角度大于女性,而踝关节相反,女性在落地瞬间表现出膝关节的明显外翻。垂直方向的地面反作用力出现的峰值女性也要明显晚于男性,反作用力的数值女性也明显大于男性。结论认为女性通过减小髌关节和膝关节角度增加下肢广度,更有利于防止其落地后摔倒,但也造成韧带损伤,而男性更倾向于通过肌肉来缓冲落地冲击,减少韧带的受力。女性的落地策略更加依赖踝关节的缓冲,更加容易造成膝关节和髌关节的损伤。研究中也发现疲劳引起的地面反作用力峰值前移可能增加女性前交叉韧带损伤风险。

## 1.2 鞋相关的生物力学研究

与鞋相关的生物力学研究在近年来一直是一个研究热点,关于鞋的研究目前更加注重其防伤病作用及提高运动成绩的功能。本届大会对与鞋相关的研究延续了前几年更加广泛与细化的特点,研究涉及功能鞋垫、鞋中底屈曲刚度、鞋跟高度等。众多研究的目的是为鞋类设计提供参考,提高脚部健康。

由于预防损伤和提高运动能力的需要,对于运动鞋的研究一直是一个热点,但随着对运动鞋研究的深入,大众也开始将视线转向对普通人所穿着的鞋,如女性的高跟

鞋、儿童功能鞋及穿着不同运动鞋进行运动的研究。江苏体育科学研究所的吴翠娥认为体育活动的增多使脚部承担的负荷也随之增大,足部的生物学特征就可能发生变化,导致曾经用于鞋类的设计标准不再使用,因此,她对体育活动较多人群足部生物力学特征进行了研究,利用中科院合肥智能所研制的脚型测量系统和比利时 RSscan 足底压力测试系统测试足部形态指标和足底压力分布情况,将数据进行统计分析处理后发现,体育活动较多人群脚较长,前部较宽、较肥厚,且经常进行体育活动易导致足部畸形的发生率提高,并导致站立时身体重心偏右侧,运动导致足弓类型的改变以至于影响足底各区域压力分布。沈阳体育学院的闫红光认为,目前部分女性穿高跟鞋时有中度以上不适,且高跟鞋对女性身体的舒适感影响较大,存在潜在的致病作用。因此他对高跟鞋对人体的损伤及生物力学机制进行了研究,了解不同鞋跟高度对人体的危害及适宜度。在实验中,他通过身体质量指数将研究对象分为超重组标准组,利用三维录像解析系统和足底压力测试系统进行同步测试,获得穿着不同鞋跟高度条件下不同身体成分女性行走时的运动学及动力学参数。研究发现,随着身体指数(BMI)升高,适宜的鞋跟高度在下降,超重组穿 5.3 cm 的高跟鞋行走时与平底鞋相比步态特征有明显变化,而标准组穿 6.5 cm 的高跟鞋时步态有所改变。在步态发生变化的同时,第一跖骨处、第二跖骨处、第三跖骨处压强峰值均逐渐增加,而第五跖骨与鞋跟高度呈反比。运动学与动力学指标均在穿 8.5 cm 的鞋跟时出现严重异常。这项研究为普通人选择合适的鞋跟高度提供了很好的建议,同时他也建议在鞋的制造上应该在高跟鞋的前脚掌处采用弹性材料,加厚鞋底前部以缓解前足压力并改善踝关节过度跖屈,减轻前脚掌负担。北京体育大学的吴肖洁研究了穿高跟鞋正常步行时是否穿弹力袜及弹力袜压力大小不同对步态特征、下肢关节负荷与肌肉疲劳的影响。研究发现穿弹力袜会增加高跟鞋行走时膝关节和踝关节的负荷,从而延缓并减少穿高跟鞋步行后的疲劳。弹力袜压力增大会对膝关节而非踝关节增大负荷,为权衡利弊,可以选择压力适当的弹力袜。上海体育学院的傅维杰对不同屈曲刚度的运动鞋进行了研究,通过对下肢髌、膝、踝、跖趾关节的运动学、动力学以及关节能量特征的测试,为新型运动鞋的设计与使用提供理论和应用参考。

从与鞋相关的生物力学研究中可以发现,对于鞋的研究不仅需要满足竞技体育的需求,大众健康的需求也在不断受到重视,在研究过程中,除了通过足底压力及步态分析,对于足部关节,特别是跖趾关节的运动特征研究,由此也引出将用跖趾关节的运动功能和生物力学特性应用在运动生物力学研究中,这一新理论为理解和优化人体运动的发展开辟了新方向,并可藉此进一步延伸到相关训练理论、体育器械和运动装备的开发研究中。

## 1.3 人体平衡能力及稳定性的生物力学研究

人体平衡能力的研究是当前国际生物力学界的热点,其研究结果对完善国民体质检测系统、提高老年人的健康水平等有着重要的参考价值,同时通过相应的研究可以对



大众科学锻炼起到指导作用。

对于人体重心平衡的研究历来都备受关注,特别是近年来由于其他实验学科的迅猛发展及高科技的不断涌现,人们可借助各种仪器不断地了解人体平衡的力学结构特征,不断地进行各种平衡方面的研究。同时,人们也尝试通过各种不同的手段提高人体的平衡能力。沈阳体育学院的李长等人对在校本科生进行了为期 10 周的平衡能力训练,训练前后分别利用 GOOD BALANCE 平衡训练测试系统对受试者的平衡能力进行测定,测试具体模式包括睁眼平行站立、闭眼平行站立、睁眼左脚站立、睁眼右脚站立、闭眼左脚站立、闭眼右脚站立。通过训练受试者 6 项平衡能力的测试,24 个指标中的 20 个前后测试有显著差异,说明运动员的平衡能力提高,测试结果也验证了平衡能力训练方法手段对于提高受试者平衡能力的实用价值。曹玲研究认为,机理和平衡能力下降是老年人跌倒的主要诱因,侧向平衡控制能力下降导致的侧向跌倒是老年人股骨颈部、髌骨骨折的主要原因,她通过简便测试法和仪器测试法对 70 岁老人进行侧向平衡控制能力的测试,主要测试指标为极限体侧伸和足压中心侧向位移。通过 19 周有针对性的提高肌肉力量及关节稳定性的运动干预,发现有针对性的肌肉力量训练及关节稳定性锻炼能有效地提高老年人的侧向平衡能力。对指导我国老年人科学健身、预防跌倒具有借鉴意义。河北师范大学的刘丽志对通过针刺的方式提高聋哑人平衡、下肢机理及最大步行速度进行了研究,研究结果证明针灸可以通过改善前庭器官病症从而有效增加聋哑人的平衡能力,且可以提高其步行速度,通过 8 周针灸,下肢肌力也得到提高。山东理工大学的张庆来对比研究长期练习太极拳的老年人和无太极拳练习经历的老年人,发现长期练习太极拳能大幅度提高老年人的静态平衡能力,并能有效提高视觉功能在维持身体平衡的代偿功能。太极拳能使人在左右方向的平衡能力得到显著提高,但对前后方向平衡能力的提高幅度不显著。

#### 1.4 自行研发软件及训练系统的应用

为了满足不同运动项目对科研的需求,更好地提高竞技体育水平以及更大地发挥科技服务的作用,许多教练员和运动员除了按照常规的训练方法和手段进行训练外,往往还和科研人员合作在训练方法和训练仪器方面进行创新、探索和实践,各类更新、更符合科研及训练需求的不同软件也在不断的涌现出来,这些新仪器的使用范围也不再局限于竞技体育。

国家体育总局的林洪等人运用训练学、运动生物学、机械设计、传感器、视频图像分析以及计算机的相关研究方法,结合目前国内外最新的体能训练研究成果,采用传感器与多维影像同步测试的方法,研制了运动平衡能力训练与测试融为一体的辅助训练器材。通过测试运动员在运动过程中质心位置的变化,通过研究运动员的质心变化规律,可以有效地评价运动员的平衡能力,该仪器可以用于各种运动项目运动员的陆上运动平衡能力训练,同步完成相应的测试,并提供直观的训练全过程的视频图像和测试数据,实现了运动员实时获取训练信息的目标,且操作

方便、性能可靠。北京体育大学的杨子涵等人制作了一种可以调节坡面角度三维力测试系统,并对该系统进行了固有频率、压力中心、力值采集、整体稳定性分析等相关指标的测试,验证了该测试系统的可靠性,也使测力台测试结果更加精确。为了方便准确的测试三维本体感觉,北京师范大学的李林等研制了一套三维本体感觉测试系统,该系统采用惯性传感技术自制了一套基于三轴加速度计、三轴磁力计、三轴陀螺仪传感器的姿态测量系统,通过卡尔曼滤波对采集的数据进行数据融合,使该系统可以输出较高精度的姿态数据,他们研发的测试系统能够测试各关节的三维本体感觉,尤其是可以测试小关节本体感觉,其方便携带的特性可以在健康评估、康复进程监控及伤残评定等多个方面起到非常重要的作用。鉴于羽毛球步法重复启动多、高速制动、受编调整步法多的特点,广东省体育科学研究所的邓京捷等人通过电子电脑技术,研制了一套适合羽毛球步法训练的辅助系统来获得更好的步法训练效果。

#### 1.5 仿真与模拟技术及其他研究方法在生物力学研究中的应用

由于运动生物力学的研究对象主要是人,因此在设计研究方法时受到很多限制,特别是对肌肉骨骼的研究,因此,通过建模及仿真技术,在一定程度上可以弥补这方面的不足。

目前运动生物力学在运动员动作技术分析的采用人棍图模型,棍图模型转动视觉效果不佳,教练员更希望运用三维虚拟人模型进行动作分析,因此南京理工大学的潘海郎等人开发了虚拟人三围模型运动控制平台,实现了模型的平移、旋转等功能。该软件克服了棍图模型转动视觉效果有问题的缺陷,具有实际应用价值,也可以在全国各大院校和体育科研所应用推广。

北京师范大学的刘刚等人利用 AnyBody 人体仿真建模系统研究了不同负荷下连续完成 3 组前臂屈伸动作时上肢主要肌肉的受力情况,通过仿真研究,为科学训练和锻炼提供理论指导。研究结果发现 3 种负荷下完成前臂屈伸动作时,肱二头肌受力均为由大变小后直至降为零,然后再瞬间增大,后逐渐变小,说明前臂发力随着上臂与前臂夹角变小而变小,而肱二头肌受力的大小由哑铃重量和动作频率综合决定。

上海体育学院的宋和胜对 Opensim 建模理论进行了详细介绍,他认为未来利用 Opensim 建模仿真主要集中在以下几个方面:一是探求异常步态神经肌肉机制,如偏瘫步态、帕金森步态等;二是探求骨性关节炎的肌肉工作特征;三是与有限元分析相结合,研究人体运动中骨肌系统之间的相互作用;四是探讨人体运动的协调机制;五是通过模拟改进动作技术和预防运动损伤。

南京体育学院的苏阳等人利用无线肌电测试仪及 VI-CON 红外三维影像捕捉系统对江苏省优秀男子体操运动员右侧吊环慢用力动作进行了表面肌电和三维影像数据同步测试探讨体操运动员吊环十字支撑压上成水平直角支撑过程中肌肉在不同时程以及不同肌肉在同一时程

(下转第 22 页)



### 3 结论

3.1 优秀运动员由于长期的系统性训练,技术动作已经达到稳固的动力定型,整个动作高度自动化,从动作的时空特征来看试举同等重量下成功试举与失败试举没有明显差异。

3.2 相同杠铃重量下抓举成功试举与失败试举运动员对杠铃最大作用力/杠铃最大输出功率均无显著性差异。优秀运动员在同等杠铃重量下成功试举与失败试举在用力特征和功能特征上是一致的:伸膝提铃阶段做功与发力阶段做功均无显著性差异,但发力阶段功率均显著性高于伸膝提铃阶段功率。

3.3 不同运动员间表现出了不同的杠铃轨迹,说明高水平运动员间抓举技术存在个体差异。同一运动员在同等杠铃重量下成功试举与失败试举间表现出了相同杠铃轨迹,说明高水平运动员在试举同等杠铃重量时的技术结构相同。

3.4 成功试举与失败试举伸膝提铃阶段合加速度矢量方向具有显著性差异,从抓举开始时稳定的提铃作用力方向是决定优秀运动员试举能否成功的重要因素,成功试举时运动员提铃用力较均匀,而失败试举时运动员对杠铃作用力的方向不够稳定,建议教练在训练过程中一定要注意运动员从提铃开始时对杠铃的用力方向。

### 参考文献:

- [1] 刘平,张贵敏等.我国优秀男子举重运动员抓举技术结构研究[J].体育科学,2005,25(1):46-49.
- [2] 毕志远,艾康伟,陆浩杰与吕小军举重抓举技术的对比研究.第十六届全国运动生物力学学术交流会论文集[C].桂林,2013.
- [3] 王举涛,李建英.全国举重冠军伍超抓举 154kg 的技术特征分析[J].上海体育学院学报,2012,36(4):68-71.
- [4] 刘宗友,切尔诺梅尔金 197.5kg 抓举技术分析[J].湖北体育科技,2004(2):168-172.
- [5] 李建英,季跃龙.第 11 届全运会女子举重冠军抓举技术的运动学参数特征研究[J].成都体育学院学报,2009,35(2):50-53.
- [6] 郭廷栋.竞技举重运动[M].北京:人民体育出版社,1990.
- [7] 艾康伟,李方祥,郝卫亚,等.举重抓举和下蹲翻运动学比较与用力特征分析[J].体育科学,2005,25(7):39-42.
- [8] Hasan Akkusx. (2012). Kinematic analysis of the snatch lift with elite female weightlifters during the 2010 World Weightlifting Championship[J].*Journal of Strength and conditioning Research*. 26(4):897 - 905.
- [9] Vassilios Gourgoulis. (2009). Unsuccessful vs successful performance in snatch lifts: a kinematic approach[J]. *Journal of strength and conditioning research*. 23(2) :486 - 494.

(责任编辑:何聪)

(上接第 3 页)

的肌电变化特征,并尝试用 lifemod 动力学模拟仿真进行建模,对比发现动力学模拟所得的肌张力及变化趋势与表面肌电的结果基本相同,为动力学建模对技术动作的研究提供了理论参考和应用实践。

长久以来三维运动录像一直是运动生物力学研究的一种基本手段,在运动技术诊断与分析方面起着重要作用。为了提高图像的成效效果及分析结果的准确度,国家体育总局的艾康伟研究员结合我国优秀女子跳高运动员在训练条件下试跳 1.85 m 测试分析过程将三维跟踪扫描录像分析方法,特别是分析流程和可得到的三维运动学参数对分析技术动作的作用进行了专题报告。报告中他介绍了应用《控制点测量与坐标转换系统》的置平参数计算功能计算置平参数,并使用 SIMI<sup>®</sup> Motion 系统的坐标系平移和旋转功能来解决。三维跟踪扫描影像分析解决了以往的研究手段所不能解决运动范围大、运动目标成像小的问题,从而可对运动的全过程进行完整的分析,为今后深入的研究提供可借鉴的应用参考。在体育科研中为了得到肢体的(角)位移、(角)速度、(角)加速度等运动学测量参数,对以转动为主的运动项目,需要使用三维拍摄的方法

来解决,为了准确获取运动数据,进行摄像机标定是其中主要的任务之一。董琦奇做了三维运动解析软件及常用摄像机的标定方法的专题报告。摄像机标定方法随着计算机视觉技术的不断进步而不断改善,在实际应用中标定方法将变得更为便捷、有效、高精度。

会议期间,与会代表还参观了国内外公司展出的各种最新的技术诊断与训练系统、力量训练与测试设备及康复训练设备等。本届大会也得到了运动生物力学相关厂商的大力支持,共有 13 家厂商参加了体育科研仪器展,集中展示了近年来运动生物力学领域最新的科研仪器。

### 2 结语

通过本次学术交流,使我们及时了解当前运动生物力学界国内外关注的热点问题与研究动向,加强了国内外学界之间良好学术关系,为推动我国运动生物力学的建设与发展起到重要作用。

(责任编辑:何聪)