文章编号:1000-677X(2016)09-0066-07
DOI:10.16469/j.css.201609010

体育科学
2016年(第36卷)第9期
CHINA SPORT SCIENCE
Vol.36,No.9,66-72,2016.

美国运动损伤前沿研究热点与内容分析
——基于科学知识图谱的可视化研究

Analysis on the Latest Hotspot and Content about America Sports Injury
——Based on Visualization Research of Scientific Knowledge Map

邢 聪,吴 瑛,项贤林
XING Cong,WU Ying,XIANG Xian-lin

摘 要:以Web of Science引文索引数据库中的科学引文索引(Science Citation Index,即SCI)为基础,搜索美国近6年来,以运动损伤为研究主题的文献共1 283篇。利用知识图谱软件CitespaceIII对所获得的文献进行关键词及主题词共现分析。并对各个聚类簇中的高被引文献进行归纳和总结,进而深入分析美国运动损伤领域的主要研究内容。研究发现:美国运动损伤研究的热点主要集中于运动相关性脑震荡、前交叉韧带损伤、关节不稳及过度使用性损伤等4类;且每种研究都紧紧围绕运动损伤的机理、损伤的预防、治疗、康复及可重返赛场的康复标准来进行;研究多应用现代生理学、生物力学、解剖学、生物化学等学科的先进测量手段对损伤进行评估和测量;发现美国重视运动损伤研究的长期性和连贯性,并关注青少年运动员损伤的预防和治疗。

关键词:美国;运动相关性脑震荡;前交叉韧带损伤;关节不稳;过度使用性损伤;损伤防治

Abstract: This study uses the software of Citespace Ⅲ to analyze American literatures in the last six years which searched from science citation index in Wed of Science database. The purpose is to analyze the main content of the hot research topic in sport injury in America. The result shows that the research hotspot about sport injury in America is focused on sports concussion, anterior cruciate ligament injury, joint instability, over used injury. Each study closely associated with mechanism, prevention, treatment and rehabilitation of sports injury, and the standards of return to sports. Each study application the modern advanced measurement methods of physiology, biomechanics and anatomy to assess and measure injured subjects. We also found out that the United States attaches great importance to the long-term and consistency sports injury research and exploration of the injuries of adolescent athletes.

Key words: *America; sports-related concussion; anterior cruciate ligament injury; generalize joint laxity; overuse injury; prevention and management*

中图分类号:G804.5 **文献标识码**:A

对运动损伤的研究可以帮助运动员减少训练和比赛中出现的运动性疾病,保障运动员的训练效率,提高运动员的比赛成绩,延长运动员的运动生涯。通过分析美国国内对运动损伤的研究内容,可以了解美国体育研究者对运动损伤的研究思路和研究趋势,进而可以学习借鉴国外先进的损伤研究手段,促进我国在运动损伤领域的研究,提高运动训练的质量。

1 数据来源及研究方法

本文所研究的文献均来源于Web of Science引文索引数据库中的科学引文索引(Science Citation Index,即SCI)。检索选择Web of ScienceTM核心合集。以Sport Injury(运动损伤)为主题词,文献类型选择Article(文章),时间跨度从2010年1月1日到2016年1月5日,类别选择体育科学,语种选择英语,国家选择美国。共检索到相关文献1 283篇。

本研究利用科学知识图谱软件CitespaceIII对所获得的1 283篇文献进行Term(术语)Keyword(关键词)共现分析,应用关键词聚类法对高频词进行聚类。并借助各簇内每个关键词节点的Citation History(引用历史)中的Refer-

收稿日期:2016-03-27; **修订日期**:2016-08-11
基金项目:上海体育学院研究生创新计划(yjscx2016008)。
作者简介:邢聪(1988-),男,山东德州人,在读博士研究生,主要研究方向为运动与人体健康,E-mail:feiren-cong1234@163.com;吴瑛(1957-),男,山东蓬莱人,教授,博士,博士研究生导师,主要研究方向为运动训练,E-mail:wuying@sus.edu.cn;项贤林(1971-),男,安徽肥东人,副教授,博士,硕士研究生导师,主要从事沙滩排球训练和竞技体育后备人才培养方面的研究,E-mail:daixiang98517@sina.com。
作者单位:上海体育学院 体育教育训练学院,上海 200438
Shanghai University of Sport,Shanghai 200438,China.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

enced Record（被引用记录）功能，筛选出簇内各关键词的高被引文献，进而对这些文献进行深入阅读分析，总结美国国内近 6 年在运动损伤领域的主要研究内容。

2　研究结果

2.1　基于共现主题词与关键词的研究主题分析

运用 CitespaceIII 软件，对文献进行关键词和主题词[①]共现分析，将文章标签（Article Label）中的词频阈值（Threshold）定为 20；节点标签尺寸（Front Size）定为 3；节点大小（Node Size）定为 5，获得系谱图如图 1 所示。

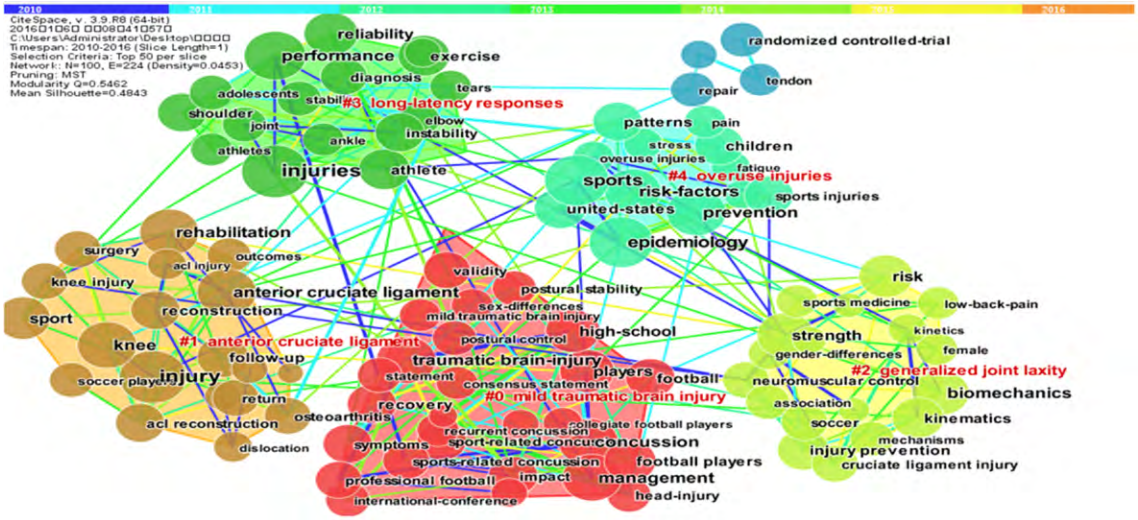

图 1　美国运动损伤研究主题词与关键词共现图谱

Figure 1.　The Cluster of Research Hotspot in the Researching of America Sports Injury

通过对所获得的文献进行主题词和关键词聚类，共得到 5 个聚类簇，结合对簇内高频关键词和高被引用文献的分析，可将美国运动损伤领域总结归纳为 4 个研究主题。分别是 Sports-Related Concussion（运动相关性脑震荡）；Anterior Cruciate Ligament Injury（前交叉韧带损伤）；Joint Laxity（关节松弛）；Overuse Injury（过度使用性损伤）。对各研究主题高频关键词分析发现，4 个主题中的关键词可以分 3 类，分别指示研究对象，研究方向和研究手段。表 1 是对美国运动损伤研究领域高频关键词的归类。

表 1　美国运动损伤领域高频关键词分类

Table 1.　High-Frequency Words Classification in the Researching of America Sports Injury

关键词分类	关键词
研究对象	High School（中学）；Collegiate Football Players（大学橄榄球运动员）；Children（孩子）；Gender Differences/ Sex-Different（性别差异）；Female（女性）；Soccer /Football Players/athletes（运动员）
研究方向	Symptoms（症状）；Prevention（预防）；Mechanism（机制/原理）；Acl-Reconstruction（前交叉韧带重建）；Osteoarthritis（骨关节炎）；Neuromuscular Control（神经肌肉控制）；Risk Factors（风险因素）；Rehabilitation（康复）；Knee Injury（膝关节损伤）
研究手段	Sports Medicine（运动医学）；Biomechanics（生物力学）；Kinematic（运动学）；Neuromuscular Control（神经肌肉控制）；Surgery（外科手术）；Simulation（模拟）；Follow up（跟踪）

分析表 1，美国运动损伤的研究常以校园中青少年运动员为研究对象，这可能是由于美国职业运动员的培养依靠学校体育体系。其次，美国运动损伤的研究注重分析男女差异，重视女性运动员的损伤特点分析。关于美国运动损伤的研究内容，其多从损伤风险评估、损伤预防、损伤机理、治疗手段及康复干预等方面进行深入探究。分析损伤研究手段所包含的关键词发现，美国人多借助运动生物力学，运动医学等学科的先进测量和分析手段对运动损伤进行研究。

2.2　对运动相关性脑震荡（Sports-Related Concussion）的研究分析

在美国，每年运动相关性脑震荡约有 160～380 万例[16]，每 10 000 人次运动参与就有 2.5 次脑震荡损伤出现[36]，使脑震荡成为美国运动损伤领域重点研究内容。

①主题词是经过规范化的检索语言，是对某一领域诸多同义词汇的严格控制和规范，而关键词是未经规范化处理的词汇，存在大量意义相近的关键词。在运动损伤的研究文献中多有研究主题词与关键词共存的现象。因此本研究为达到涵盖美国损伤研究主题的目的，运用 Citespace III 软件，对文献进行关键词和主题词共现分析。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2.1 对运动相关性脑震荡预防措施及症状表现的研究

美国对于运动相关性脑震荡的预防措施研究集中于 3 个方面:提升对运动相关性脑震荡的防范意识;运用生物力学等手段建立脑震荡损伤预警系统;修订项目比赛规则,降低运动中脑震荡发生率。

对脑震荡损伤意识的提升,首先反映在美国多个州都制定法规来保护运动员免受运动相关性脑震荡侵害[14]。如华盛顿州脑震荡相关法规出台 3 年以后,调查发现,身体对抗性强的运动项目教练员接受防治脑震荡相关培训的比例大幅增加,然而 3 年内报告发生运动相关性脑震荡病例的数量较之前翻了 2 倍,这主要归因于教练员和医务人员对脑震荡监督力度的提高,使原来易被忽略的轻微脑震荡被发现[23]。除对预防意识的研究外,应用运动学技术手段对产生脑震荡时的人体头部运动学特征进行定量和评级也可以帮助教练员建立脑震荡预警体系。例如,测量运动员在遭遇脑震荡时头部的峰值线速度及旋转加速度、Gadd 严重指数、头部损伤标准(HIC15)、头部速度变化以及运动员头部被撞击次数等指标[16],评估用这些指标来对脑震荡做最先诊断的敏感性和特异性[6],可以指导运动员和教练员对运动引发的脑震荡进行预警。也有研究呼吁,通过增加相关的比赛惩罚条款或规定来保护运动员免受脑震荡损伤。在利用曲棍球特殊编码来分析运动员头部损伤事件的视频分析研究中,发现水平越高的比赛运动员头部损伤率越高,但在相应的损伤领域中没有相关规则来保护这一运动人群。这给我们一个新的预防运动相关性脑震荡的探索方向。

脑震荡后主要的症状表现有:混乱、意识丧失、创伤后失忆、逆行性遗忘、不平衡、头晕、视觉问题、人格改变、疲劳、对光线敏感、麻木及呕吐等[35]。对于脑震荡发生后运动员产生的症状及恢复时间,研究多从不同性别、不同年龄及特殊心理状态人群的症状持续时间对比来进行。有研究显示,女性运动员在运动相关性脑震荡中要用更长的时间才能恢复[10],女性运动员在运动中遭受撞击的频率和量级远低于男性,女性运动员脑震荡的发病率比男性更高[15]。因此,教练员应该十分注意对女性运动员的训练及比赛保护,同时需要安排更长的休息期才能返场训练。青少年运动员在遭受脑震荡后需要较成年人更长的时间恢复,研究表明,青少年遭受复发性脑震荡比第一次遭受脑震荡时症状消失更慢,同时也会增加长期损伤和其他负面后遗症的可能性。因此在中学层面上就需要重视对脑震荡的预防和治疗。这一研究也为美国各州颁布运动相关性脑震荡的法规来保护青少年运动员提供了科学的依据。此外,不同运动员心理状态也会影响症状的程度和症状消失的时间,如患有抑郁症的运动员比正常运动员被报告有更多的脑震荡症状出现[25]。

2.2.2 对运动相关性脑震荡的诊断及恢复研究

如何使脑震荡评定手段更为准确和简便是运动相关性脑震荡诊断与判定研究的重点。之前医生只能依据运动员的客观身体状况表现来诊断运动员是否遭受脑震荡,神经认知测试的出现为评估和管理脑震荡提供了一个客观的方法。imPACT (Immediate Post Concussion Assessment and Cognitive Testing) 即刻脑震荡评定与认知测试是一种应用基础神经认知测量对脑震荡患者进行评估的工具。基础神经认知测量是判断运动员是否遭受脑震荡或脑震荡程度的重要标准,测量的稳定性对于精确对比脑震荡后综合征以及判定脑震荡后基础神经认知表现具有十分重要的意义[30]。imPACT 测试出现后又有许多研究不断完善这一测试的精确性及有效性,例如,在基础脑震荡测试中,排除心理因素对神经认知效能测量的影响的研究[3]。除 imPACT 这一主要测试标准外,一些研究提出其他手段来诊断和评估运动相关性脑震荡的程度,如应用计算机测量反应时,可以作为多层面评估脑震荡损伤体系的一部分[29];利用颅骨加速度计制定运动学标准来判定运动相关性脑震荡[1]。这些研究不断丰富和发展着对运动相关性脑震荡的诊断和评估手段。

对运动相关性脑震荡恢复情况的研究可以帮助判断运动员从脑震荡中恢复的程度及确定是否可以重返赛场。有些轻微症状的脑震荡损伤很容易被忽略,使运动员过早返回赛场,增加了运动员二次损伤的风险。因此,准确判定脑震荡运动员的恢复程度是十分必要的。imPACT 神经认知测量也可以用来判定运动员脑震荡的恢复程度。此外,还有研究对脑震荡的恢复时间进行预测,如研究表明,较重的头晕程度与更长的脑震荡恢复时间有相关性[35];用计算机化神经认知测量,结合症状表现情况也可以用于预测脑震荡的恢复时间[34]。

2.3 对前交叉韧带损伤(Anterior Cruciate Ligament Injury)的研究分析

在美国高校,320 719 人次的运动参与中就有 48 人次的交叉韧带损伤,中学每 873 057 人次的运动参与中就有 53 人次的交叉韧带损伤[12]。因此,膝关节交叉韧带损伤值得运动员和医务人员高度重视。

2.3.1 膝关节前交叉韧带致伤机理研究

对于前交叉韧带损伤机理的研究,多应用解剖学和生物力学的测量手段,分析人体下肢关节解剖学结构或力学结构的变化对前交叉韧带损伤风险的影响。研究发现,前交叉韧带的损伤风险与膝关节前平面角度的变化和活动时力矩的变化有关系,且这些膝关节力学的组成,理论上受髋外展肌力弱的影响。在髋外展肌肉疲劳后,不管任何动作,在脚触地的开始一段时间,膝关节角更加内收,膝关节经受了更大范围的外展动作,且在站立受力阶段产生更大的内部膝关节内收力矩,这些改变使膝关节前交叉韧带损伤的风险提高[32]。膝关节解剖学结构的变化对前交叉

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

韧带损伤风险的影响还与性别有关系。通过对比健康运动员膝关节骨骼结构，发现前交叉韧带损伤改变了膝关节软骨下骨的几何结构；且胫骨外侧坡度增加与十字韧带损伤有显著的相关性，但这种相关性仅存在于女性运动员；胫骨外侧坡度增加一定的度数，女性十字韧带损伤风险就增加数倍[11]。对中学及高校运动员前交叉韧带损伤情况进行调查，发现整体损伤率女性运动员为 11.2%，男性运动员为 6.3%[12]。女性不同于男性的膝关节力学结构使得女性相对于男性有更高的前交叉韧带损伤风险。通过长期研究发现，在青春发育期的女性膝关节外展角度有明显的增大，男性则没有；此外，膝关节外展动作和力矩在女性运动员快速生长发育后的第 2 年，相对于男性运动员有明显的增大；综合时长、性别、人群的不同发现、青春期早期可能是男女交叉韧带损伤因素增加趋异的重要阶段[31]。

对于前交叉韧带损伤原因的研究不仅仅局限于运动员首次前交叉韧带损伤，据估算，大约 1/3 到 1/4 经历过前交叉韧带重建的运动员会有二次膝关节损伤。重建手术后膝关节生物力学特征的不正常以及神经肌肉控制能力的下降，两侧肢体运动不对称，这些因素极易引起二次前交叉韧带损伤。已有研究发现，在膝关节前交叉韧带重建后的功能性步态任务中，三维胫股关节运动学特征不正常。前交叉韧带重建后，弱侧关节相对于对侧关节在初始的地面接触中表现出明显的延长，外部胫骨旋转，胫骨内侧位移等特征；膝关节表现出更大的最大屈曲角度，最大内侧胫骨旋转，最大内侧胫骨位移。这些弱侧膝关节生物力学特征的改变以及与对侧膝关节运动学活动不一致，增加了弱侧膝关节外伤性关节炎的风险[28]。交叉韧带损伤也受性激素波动的影响。在前交叉韧带重建后可以重新参与运动的个体有多达 25%的人会经历第二次前交叉韧带损伤，这一人群也许对性激素的波动更敏感。研究表明，膝关节在女性生理期的两个阶段都在落地运动中观察到力学机构的改变，表现出很大的落地时前交叉韧带损伤的潜在风险，这也解释了为什么二次前交叉韧带损伤在这一人群中有上升的趋势[7]。

2.3.2　前交叉韧带损伤的治疗及康复手段研究

对于严重前交叉韧带损伤特别是前交叉韧带断裂的治疗最为普遍和有效的手段是前交叉韧带重建手术。现在交叉韧带移植重建手术已经有多种移植选项，包括：自体骨-髌腱-骨组织移植、自体腘绳肌肌腱移植、自体四头肌肌腱移植以及一些同种异体移植物选项。对于前交叉韧带损伤治疗的研究在体育研究领域相对涉及的较少，而在前交叉韧带损伤康复干预的研究相对较多。研究发现，平衡训练使膝关节产生外翻和内旋力矩的峰值减小，可以降低运动动作中交叉韧带的损伤风险[24]。此外，在康复练习强度的研究中发现，相比于低强度恢复程序，高强度恢复程序在长期及短期恢复过程中可引起更好的功能表现结果，高强度恢复程序没有影响到膝关节活动范围，也没有导致骨骼肌肉等附带损伤[2]。这些研究为我们筛选功能练习动作，控制恢复性练习负荷，保护运动员韧带，促进运动员的恢复具有十分重要的意义。

2.3.3　对前交叉韧带康复后可重返赛场标准的研究

已有报道称前交叉韧带重建术可使大于 90%的病人恢复到正常或接近于正常的状态。损伤运动员康复返回赛场的时间和概率依重建的方式、病人年龄、项目、技术水平的不同而不同。手术移植情况、主观生理因素、心理因素是影响前交叉韧带损重建运动员重返赛场的主要因素。

前交叉韧带重建后的活动功能恢复相比于治疗所用的时间更长且更复杂，重返赛场的康复标准也不是由任何单个标准决定的。当交叉韧带治疗完成后，膝关节可以恢复到完整力学功能链，允许保护性和动员性的刺激同时发生，多数力学链的功能可以被继续加强，如肌肉控制能力，本体感受能力，可随时应用这些功能的能力都必须恢复，这才是重返运动训练的界限[4]。应用最普遍的标准有：膝关节或移植的稳定性或治愈程度，各个维度的活动范围，本体感觉，力量训练的功能强度等。对于重建术后运动员的康复情况可以借助仪器测量手段进行更为精确的测量。被用于动物移植模型的生物力学特性预测方式，即磁共振参数同样能用于病人的临床测试的预测，这一研究提供了一种通过对磁共振移植体体积参数和信号强度测试结果的分析，来增进对临床移植体健康评估的方法，并可以潜在的帮助研究者决定运动员重返赛场的适宜时间[13]。

2.4　对关节松弛(Joint Laxity)的研究分析

关节松弛(Joint Laxity)表现为关节不稳(Joint Instability)是关节二次损伤的重要诱因之一，同时关节不稳也会给肢体的运动功能造成障碍。

2.4.1　关节不稳的功能表现及发生机理分析

关节不稳在运动中的主要表现是动作姿态的稳定性下降，控制能力不足，关节在某些活动中有功能性障碍。比如，在多项跳测试中，患有长期踝关节不稳的女性受试者相比于健康女性在向前和横向跳中表现出稳定性不足[18]；踝关节不稳患者相比于正常人在单腿落地时髋关节和膝关节可变化性(即应变性)更弱[17]。关节的这些不稳定表现会增加运动员在运动中关节损伤的风险。

造成关节不稳的首先一个原因，就是肌肉疲劳或肌肉力量弱。在检验股四头肌在疲劳状态下对突发状况的反应效果的实验中发现，股四头肌疲劳改变了肌肉协调和活动的模式，并使受试者在承重任务下难以应对意外扰动。说明神经-肌肉疲劳会使关节在一定程度上产生功能障碍，反应不精确，产生不稳定现象。但这种不稳定现象并不是病理性的，是可以通过休息缓解和恢复的。这也是为什么运动员在神经肌肉疲劳状态下不宜进行技术训练的一方面原因。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

造成关节不稳的另一个原因,是关节损伤造成了关节原有生物力学结构的改变。在比较踝关节不稳患者和健康人起跳落地时,结构性踝关节不稳组相比于对照组,踝关节处的运动特征具有明显的不同[19]。使用压力超声波检查法检验慢性踝关节不稳患者,踝关节扭伤患者和健康人 3 组受试者的前距腓韧带长度在模拟前拉测试和脚踝反转压力测试时长度的改变,发现踝关节长期不稳定组及踝关节扭伤组相比于正常人有更长的前距腓韧带拉长改变[26]。这些原有关节损伤造成的人体力学结构不稳定没有被有效的矫正并长期存在,就会造成病理性的慢性关节不稳。

2.4.2 关节不稳的治疗及康复干预手段研究

关节不稳增加了运动员损伤的风险,因此对关节不稳的矫正和治疗是一个重要的研究方向。对于康复后依然多发扭伤和持续膝关节不稳的运动员,手术治疗关节不稳具有良好的效果[20]。

对于关节不稳症状不明显或程度轻微的运动员,多采用低负荷运动手段进行恢复干预。针对性康复干预手段可以帮助运动员恢复关节肌肉韧带力量,提高神经肌肉控制能力,降低运动员因为关节不稳造成损伤的风险,如对未伤侧踝关节进行稳定性训练可使伤侧踝关节在平衡功能及下肢运动功能方面有所提高[33];此外,研究发现,被认为对踝关节稳定有帮助的踝关节平衡训练中,踝关节腓骨长肌的运动力学特征与运动时腓骨长肌的力学特征具有差异[9]。这种适应性的缺乏可能限制腓骨长肌训练的有效性。这些神经调节机制以及生物力学合理化锻炼方案的发现和制定,有利于康复干预手段的改进和应用,进而有效地为运动员关节不稳的矫正和康复提供了支持。

2.5 过度使用性损伤(Over Used Injury)与运动损伤中测量评估手段的应用研究分析

2.5.1 对过度使用性损伤的研究分析

过度使用性损伤是由于长期重复动作造成身体某环节或部位病理性反应的损伤。这种损伤在研究中以长跑运动员最多。有调查估算,中长跑运动员由于长期重复负荷造成的损伤概率高达 79%,马拉松运动员达到 90%。构成过度使用性损伤的影响因素主要有长时间重复性活动;错误或不合理技术动作;过早专项化训练。

以长跑为例,对美国高校竞技性越野运动员进行调查发现,习惯后脚跟先落地拍打地面的运动员比习惯前脚掌先落地的运动员有明显更高的重复性压力损伤率,可能的原因是前脚掌先落地相比于后脚跟先落地,地面的反作用力峰值更小,使前脚掌先落地损伤率更低[27]。在长跑运动员脚落地模式的修正来改善髌骨疼痛的案例研究中,受试者的脚落地模式从后脚跟拍地模式改变为非后脚跟拍地模式后,对脚落地动作进行生物力学测定,发现脚落地垂直拍打地面的峰值和加速度负荷有所下降,同时,髌骨疼痛症状和相关的功能受限等症状得到改善[22]。这表明过度使用性损伤可以通过技术动作的修正来缓解症状。

此外,青少年过早的专项化训练也造成了过度使用性损伤的增加。对青少年女性运动员膝关节疼痛发展情况的研究发现,过度使用性髌骨疼痛的发病率,单项专门化运动者相比于非单项化运动者高 1.5 倍,而患辛丁-拉森-约翰逊式疾病(髌骨下极牵拉型骨突炎)及胫骨粗隆炎(跳跃病)的风险,单项专门化运动者相比于非单项专门化运动者高 4 倍。因此,青少年过早专项化,造成运动损伤的风险更大,可能影响运动员运动生涯的长度。

2.5.2 运动损伤测量评估手段的研究

现代运动损伤评估和测量主要借助生理学、生物化学、生物力学和解剖学等领域的研究测量手段,对我们了解运动损伤的机理以及对运动损伤进行诊断和评定具有十分重要的意义。其主要表现在以下几个方面:

1. 通过对损伤的测量可以帮助我们了解运动损伤产生的机理。例如,应用装有几个单轴加速度计和微型数据获取系统的仪表化头盔仪器(Instrumented Helmet),可捕获和记录在运动中的头部旋转加速度等数据,测量运动员在运动中头部撞击的频率、量级[15]。这为我们了解脑震荡发生时运动员头部的运动学特征,了解脑震荡发生的机理具有十分重要的意义。

2. 通过对运动损伤的测量和评估可以帮助我们对损伤进行定位,定级,定性的诊断,如磁共振图像来诊断和评价肌腱断裂的情况[21],可以清晰了解肌腱或韧带的断裂位置和程度,为进一步治疗提供参考。

3. 通过对损伤的测量和评估可以评定运动员的康复程度,决定重返赛场的时间。例如,应用“落地失误评分系统”(Landing Error Scoring System)对前交叉韧带损伤运动员的康复情况进行评定,可以帮助鉴定运动员膝关节功能恢复是否达到可以重返赛场的程度[8]。

4. 通过对运动中的人体机能变化进行测量和监控,可以有针对的预防运动损伤的出现,如冰球运动员由于厚重的保护装备和剧烈的对抗造成大量出汗,引起脱水及核心体温的升高[5]。通过对运动员体重和核心温度的监控可以有效预防冰球运动员热相关疾病的发生。

3 美国运动损伤的研究特点分析

通过对以上几种运动损伤研究的归纳和分析发现,美国运动损伤的研究呈现以下几个特点。

1. 紧紧围绕运动员损伤的实际情况与需要展开研究。美国运动损伤领域的主要研究内容围绕损伤预防,损伤机理,损伤治疗,损伤康复,可重返赛场的康复界限几个方面展开。其研究内容符合运动员对运动损伤防治的实际需要。

2. 应用最先进和合理的研究手段对损伤进行评估和

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

测量。现代生理学、生物力学、解剖学、生物化学和医学等学科的先进测量手段的引入，对于理解运动损伤机理、诊断与评定运动损伤、评定运动员的康复程度和决定重返赛场的时间具有十分重要的意义。同时，还不断探索和创新更有效的评估系统和测量手段，这是美国对运动损伤研究的亮点。

3．重视损伤研究的长期性和连贯性。例如，对脑震荡神经认知评估系统的研究，经过多位研究者长期的研究和试验，使其不断精确化、简便化，从原来的单一量表到现在的计算机一体化，体现了美国运动损伤研究的长期性和连贯性。

4．与学校运动队联系紧密，重视青少年运动员损伤研究。由于美国竞技体育人才培养都以学校体系为依托，所以，运动损伤的研究对象多来自于学校青少年运动员。这一体系使美国运动损伤领域的研究结果直接应用于学校运动员损伤的防治，进而使科研和训练相互依托，互相促进。

参考文献：

[1] AUERBACH P S, BAINE J G, SCHOTT M L, *et al*. Detection of concussion using cranial accelerometry [J]. Clin J Sport Med, 2015, 25(2): 126-132.

[2] BADE M J, STEVENS-LAPSLEY J E. Early high-intensity rehabilitation following total knee arthroplasty improves outcomes [J]. J Orthopaedic Sports Phys Therapy, 2011, 41(12): 932-941.

[3] BAILEY C M, SAMPLES H L, BROSHEK D K, *et al*. The relationship between psychological distress and baseline sports-related concussion testing [J]. Clin J Sport Med, 2010, 20(4): 272-277.

[4] BARCIA A M, KOZLOWSKI E J, TOKISH J M. Return to sport after meniscal repair [J]. Clin Sports Med, 2012, 31(1): 155-166.

[5] BATCHELDER B C, KRAUSE B A, SEEGMILLER J G, *et al*. Gastrointestinal temperature increases and hypohydration exists after collegiate men's ice hockey participation [J]. J Strength Condition Res, 2010, 24(1): 68-73.

[6] BECKWITH J G, GREENWALD R M, CHU J J, *et al*. Head impact exposure sustained by football players on days of diagnosed concussion [J]. Med Sci Sports Exe, 2013, 45(4): 737-746.

[7] BELL D R, BLACKBURN J T, HACKNEY A C, *et al*. Jump-landing biomechanics and knee-Laxity change across the menstrual cycle in women with anterior cruciate ligament reconstruction [J]. J Athletic Train, 2014, 49(2): 154-162.

[8] BELL D R, SMITH M D, PENNUTO A P, *et al*. Jump-landing mechanics after anterior cruciate ligament reconstruction: a landing error scoring system study [J]. J Athletic Train, 2014, 49(4): 435-441.

[9] BELLEW J W, FRILOT C F, BUSCH S C, *et al*. Facilitating activation of the peroneus longus: electromyographic analysis of exercises consistent with biomechanical function [J]. J Strength Condition Res, 2010, 24(2): 442-446.

[10] BERZ K, DIVINE J, FOSS K B, *et al*. Sex-specific differences in the severity of symptoms and recovery rate following sports-related concussion in young athletes [J]. Phys Sports Med, 2013, 41(2): 58-63.

[11] BEYNNON B D, HALL J S, STURNICK D R, *et al*. Increased slope of the lateral tibial plateau subchondral bone is associated with greater risk of noncontact ACL injury in females but not in males a prospective cohort study with a nested, matched case-control analysis [J]. Am J Sports Med, 2014, 42(5): 1039-1048.

[12] BEYNNON B D, VACEK P M, NEWELL M K, *et al*. The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time noncontact anterior cruciate ligament injury [J]. Am J Sports Med, 2014, 42(8): 1806-1812.

[13] BIERCEVICZ A M, AKELMAN M R, FADALE P D, *et al*. MRI volume and signal intensity of ACL graft predict clinical, functional, and patient-oriented outcome measures after ACL reconstruction [J]. Am J Sports Med, 2015, 43(3): 693-9.

[14] BOMPADRE V, JINGUJI T M, YANEZ N D, *et al*. Washington state's lystedt law in concussion documentation in seattle public high schools [J]. J Athletic Train, 2014, 49(4): 486-492.

[15] BRAINARD L L, BECKWITH J G, CHU J J, *et al*. Gender differences in head impacts sustained by collegiate ice hockey players [J]. Med Sci Sports Exe, 2012, 44(2): 297-304.

[16] BROGLIO S P, SCHNEBEL B, SOSNOFF J J, *et al*. Biomechanical properties of concussions in high school football [J]. Med Sci Sports Exe, 2010, 42(11): 2064-71.

[17] BROWN C, BOWSER B, SIMPSON K J. Movement variability during single leg jump landings in individuals with and without chronic ankle instability [J]. Clin Biomechanics, 2012, 27(1): 52-63.

[18] BROWN C N, BOWSER B, ORELLANA A. Dynamic postural stability in females with chronic ankle instability [J]. Med Sci Sports Exe, 2010, 42(12): 2258-2263.

[19] BROWN C N, PADUA D A, MARSHALL S W, *et al*. Hip kinematics during a stop-jump task in patients with chronic ankle instability [J]. J Athletic Train, 2011, 46(5): 461-7.

[20] CAIN E L, ANDREWS J R, DUGAS J R, *et al*. Outcome of ulnar collateral ligament reconstruction of the elbow in 1281 athletes results in 743 athletes with minimum 2-Year follow-up [J]. Am J Sports Med, 2010, 38(12): 2426-2434.

[21] CHAHAL J, BUSH-JOSEPH C A, CHOW A, *et al*. Clinical and magnetic resonance imaging outcomes after surgical repair of complete proximal hamstring ruptures does the tendon heal? [J]. Am J Sports Med, 2012, 40(10): 2325-2330.

[22] CHEUNG R T H, DAVIS I S. Landing pattern modification to improve patellofemoral pain in runners: a case series [J]. J Or-

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

thopaedic Sports Phys Therapy,2011,41(12):914-919.

[23] CHRISMAN S P,SCHIFF M A,CHUNG S K,*et al*. Implementation of concussion legislation and extent of concussion education for athletes,parents,and coaches in washington state [J]. Am J Sports Med,2014,42(5):1190-1196.

[24] COCHRANE J L,LLOYD D G,BESIER T F,*et al*. Training affects knee kinematics and kinetics in cutting maneuvers in sport [J]. Med Sci Sports Exe,2010,42(8):1535-1544.

[25] COVASSIN T,ELBIN R J,LARSON E,*et al*. Sex and age differences in depression and baseline sport-related concussion neurocognitive performance and symptoms [J]. Clin J Sport Med,2012,22(2):98-104.

[26] CROY T,SALIBA S,SALIBA E,*et al*. Differences in lateral ankle laxity measured via stress ultrasonography in individuals with chronic ankle instability,ankle sprain copers,and healthy individuals [J]. J Orthopaedic Sports Phys Therapy,2012,42(7):593-600.

[27] DAOUD A I,GEISSLER G J,WANG F,*et al*. Foot strike and injury rates in endurance runners:a retrospective study [J]. Med Sci Sports Exe,2012,44(7):1325-1334.

[28] DENEWETH J M,BEY M J,MCLEAN S G,*et al*. Tibiofemoral joint kinematics of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee during a single-legged hop landing [J]. Am J Sports Med,2010,38(9):1820-1828.

[29] ECKNER J T,KUTCHER J S,RICHARDSON J K. Between-seasons test-retest reliability of clinically measured reaction time in national collegiate athletic association division I athletes [J]. J Athletic Train,2011,46(4):409-414.

[30] ELBIN R J,SCHATZ P,COVASSIN T. One-year test-retest reliability of the online version of imPACT in high school athletes [J]. Am J Sports Med,2011,39(11):2319-2324.

[31] FORD K R,SHAPIRO R,MYER G D,*et al*. Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes [J]. Med Sci Sports Exe,2010,42(10):1923-1931.

[32] GEISER C F,O'CONNOR K M,EARL J E. Effects of isolated hip abductor fatigue on frontal plane knee mechanics [J]. Med Sci Sports Exe,2010,42(3):535-545.

[33] HALE S A,FERGUS A,AXMACHER R,*et al*. Bilateral improvements in lower extremity function after unilateral balance training in individuals with chronic ankle instability [J]. J Athletic Training,2014,49(2):181-191.

[34] LAU B C,COLLINS M W,LOVELL M R. Sensitivity and specificity of subacute computerized neurocognitive testing and symptom evaluation in predicting outcomes after sports-related concussion [J]. Am J Sports Med,2011,39(6):1209-1216.

[35] LAU B C,KONTOS A P,COLLINS M W,*et al*. Which On-field signs/symptoms predict protracted recovery from sport-related concussion among high school football players ?[J]. Am J Sports Med,2011,39(11):2311-2308.

[36] MARAR M,MCILVAIN N M,FIELDS S K,*et al*. Epidemiology of concussions among united states high school athletes in 20 sports[J]. Am J Sports Med,2012,40(4):747-755.

(上接第 65 页)

[36] STEFANO D L,TATIANA M,VERA M,*et al*. A new formula for assessing skeletal age in growing infants and children by measuring carpals and epiphyses of radio and ulna[J]. J Forensic Legal Med,2016,39(1):109-116.

[37] TANNER J M,WHITEHOUSE R H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height(TW2) Method[M]. London:Academic Press,1975:14-16.

[38] THANGM F,MAHENDIRAN T V,THANUSHKODI K. Skeletal bone age assessment research directions[J]. J Engineer Sci Techn Rev,2012,5(1):90-96.

[39] THODBERG H H,KREIBORG S,JUUL A,*et al*. The bonexpert method for automated determination of skeletal maturity [J]. IEEE Transactions Med Image,2009,28(1):52-66.

[40] ZHANG A,GERTHCH A,LIU J B. Automatic bone age assessment for young children from newborn to 7-year-old using carpal bones[J]. Comput Med Imag Graph,2007,31(5):299-310.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net