

从生物力学角度认识骨骼肌损伤与修复

张胜年 (上海体育学院运动科学学院)

关键词: 骨骼肌; 损伤; 修复; 生物力学

中图分类号: G804.6

文献标识码: A

文章编号: 1006-1207(2010)06-0014-02

Examination of Injury and Repair of Skeletal Muscle from the Angle of Biomechanics

ZHANG Sheng-nian (School of Kinesiology, Shanghai University of Sport)

Key words: skeletal muscle; injury; repair; biomechanics

运动损伤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,也是我们运动生物力学研究的基本问题之一。本文从生物力学的角度,着重于骨骼肌的结构功能性适应探讨骨骼肌运动性损伤的机制,旨在抛砖引玉,为运动生物力学在这一方面的深入研究做点滴工作。

1 肌肉力量的结构基础

1.1 膜系统与腱

肌肉的膜系统与腱结构是肌肉实施其功能的重要连接与保护成份,这些结构成份是肌肉结构、功能复合体的重要组成部分。在肌肉的牵张与收缩中,承担着能量吸收、保护肌纤维和实施力传递等重要功能,是肌器官功能性实现的重要结构基础。随训练承载负荷的影响,膜、腱结构系统在其结构、功能上产生适应性变化。因此,膜系统与腱结构在力量训练中是不可忽视的部分。

1.2 肌纤维:肌纤维即肌细胞,是肌肉组织的基本结构单位

1.3 骨骼肌纤维类型

人体骨骼肌由不同类型的肌纤维(白肌或快肌、红肌或慢肌纤维)混杂而成的,在纤维的类型分布上有着较大的差异,这种差异不仅体现在个体之间,而且个体内不同的功能肌群之间也存在相当大的差异。肌纤维的这种分布特点,更大程度上受遗传因素的影响,对单卵双生子和双卵双生子骨骼肌中两类肌纤维分布的研究发现,单卵双生子之间的肌纤维分配极为一致。由此可见,骨骼肌纤维的分布与组成受遗传决定。

1.4 肌肉的物理特性

肌肉的主要物理特性为伸展性、弹性和粘滞性。肌肉的伸展性与弹性是肌肉实施拉伸吸收能量的基础。

2 肌肉力量的神经控制

2.1 运动单位

一个运动神经元支配所属的肌纤维在其类型上是一致,且运动单位的所属肌纤维收缩具有同步性。即运动单位内肌纤维的收缩表现出“全或无”特征。不同运动单位激活的时相性,影响着肌肉张力的发展及活化肌纤维在肌内的分布。

2.2 运动单位的动员

亨内曼吸引原则表明:在一切收缩的过程中,运动单

位并非同时而是以一定的顺序进行活动。首先,小的传递慢的、但易兴奋的运动单位动员;随着张力的发展依次激活大的、运动较快运动单位,即按照运动单位的尺寸大小(肌纤维数量多少)由小到大依次进行。

2.3 肌肉的牵张反射

骨骼肌受到外力牵拉伸长时,能反射性地引起该肌肉收缩,这称为牵张反射。它分为肌紧张和腱反射两种类型。适宜的肌紧张,调节着在体肌肉的刚度,对肌肉拉伸过程中的能量吸收有着重要的影响,不适宜的肌紧张(肌肉疲劳、僵硬)则会导致舒缩活动中的肌肉拉伤。肌肉拉伸(牵张),反射性的引起肌肉收缩,对肌肉的快速反应力量有着重要的影响。

3 肌肉力量的本质

3.1 肌肉力量的产生

肌肉力量是指在人体运动活动中肌肉收缩克服内部和外部阻力的能力。内部阻力包括人体自身的重力、关节的加固力、肌肉韧带的粘滞力、人体内部的反作用力(惯性力);外部阻力有重力、支撑反作用力、摩擦力、介质阻力、惯性力等。肌肉力量的本质是“肌肉工作克服内、外负荷所表现出来的多样性机能”。肌肉力量是通过外载负荷而体现出来,没有外载负荷,肌肉力量也无法得以实施。

3.2 肌肉力量的技能性

肌肉力量在动作形式、工作形式、肌收缩速度以及关节运动范围等方面有其特异性,这种特异性的最基本问题是:神经-肌肉系统对肌肉力量具有适应性特征。近来的科学研究认为特异性原则在以下方面具有优越性:肌肉收缩类型、运动模式、运动范围、运动速度、收缩力、肌纤维的募集、新陈代谢、生物力学适应、柔韧性、疲劳等。

3.3 肌肉力量的相对不足

肌肉力量相对不足表现在如下几个方面:

(1) 专项力量与绝对力量的差异:它是指运动员在特定运动中产生的最大力量(随意)与同一运动中能产生的绝对力量(非随意)的百分比差异。力量不足反映了某运动中未被使用的最大力量潜能的百分数,体现了人体运动中肌肉有效发挥力量的运动技能。总体来讲,如果某一特定肌群的力量不足较大,训练中应使用最大强度或接近最大强度的神经肌肉刺激(如通过举重和超等长练习方法)来增加肌肉的速度力量。如果力量相对不足较小,训练中应使用次最大强度的负荷来训练,增强肌肉的基本力量训练。



(2) 同一功能群不同关节角度下的肌力差异: 肌肉每一功能群在不同关节角度下肌力都存在其差异性, 这种差异性若因训练或“废用”所致差异过大, 会诱发运动伤害的发生。

(3) 不同功能群之间的肌力差异: 身体的每一关节都有多组肌群配布, 运动链的每一运动机能都是不同功能肌群的协同有序活动来实现的。因此, 不同功能群因训练或“废用”所致肌力差异性过大, 则会加大肌肉损伤风险。

3.4 力量与其它素质的内在联系

人体各类身体素质之间是相互影响与制约的, 形成人体的身体素质的统一体。

4 运动性肌肉损伤与修复

损伤是指身体组织遭受的损害(由身体以外伤害引起的), 运动损伤则是指在体育运动中所发生的各种身体组织的损害, 它的发生与运动训练安排、运动项目与技术动作、运动训练水平、运动环境与条件等因素有关。

4.1 肌肉损伤的结构——功能“缺陷论”

健美运动员在其训练中主要内容是肌纤维的增粗问题, 也就是主要训练的是收缩成份。能否让健美运动员跑百米、推铅球、掷标枪呢? 让健美运动员做这类项目最容易发生的问题就是肌肉拉伤。其主要原因就是, 健美运动训练中, 肌肉的收缩成份与连接成份在其结构与功能上的不适应。健美运动员在展示肌肉轮廓时, 虽然也要积极主动收缩, 但他所承受的外在负荷比较小, 当承受较大的外载负荷并进行大强度运动时, 肌肉结构成份的功能不适应性也就是“缺陷”

问题就表现出来。

损伤肌肉内部分结构性变化所致受力时应力分布特征的改变是导致肌肉重复性损伤的主要结构性基础。肌肉是空间的几何结构, 收缩的力量依赖于连接结构完成力的传递。损伤后的肌肉在其结构的变化, 尤其瘢痕组织修复的肌肉, 内部组织连续性上缺陷、瘢痕纤维组织与正常肌肉及连接组织在承载能力上差异、以及由于瘢痕的存在, 导致正常连接组织分布上不均衡, 以致受力过程中, 出现力量传递方面的不均衡, 出现应力分布上的集中现象。这是损伤肌肉再损伤的高频度发生的重要原因。

4.2 肌肉损伤的力学观

从力学角度上讲, 运动损伤缘于力的作用, 作用于机体的力的特征及其相关因素是决定损伤可能性和严重程度的基本因素; 从肌肉组织本身来讲, 负荷的过载与过用都会导致肌肉损伤的发生。因此, 影响肌肉损伤的基本力学因素具体可总结为以下几个方面: 1) 力的大小, 2) 力的方向, 3) 力的作用时间, 4) 力的作用频率, 5) 力作用的变化率。

4.3 肌肉伤后的修复

损伤造成机体部分细胞组织丧失后, 机体对所形成缺损进行修补恢复的过程, 称为修复, 修复后可完全或部分恢复原组织的结构和功能。修复可分为两种不同的过程及结局: (1) 由损伤部周围的卫星细胞来修复, 称为再生, 如果完全恢复了原组织的结构及功能, 则称为完全再生; (2) 由纤维结缔组织来修复, 称为纤维性修复, 由于修复中形成瘢痕, 故也称瘢痕修复。拉伤肌肉的修复结局受制于肌肉损伤程度和肌肉伤处理等因素。

生物力学在确定膝关节前交叉韧带损伤危险因素中的应用

刘 卉¹, 于 冰² (1. 北京体育大学运动人体科学学院; 2. 美国北卡罗来纳大学人体运动科学研究中心)

关键词: 前交叉韧带; 损伤; 生物力学

中图分类号: G804.6

文献标识码: A

文章编号: 1006-1207(2010)06-0015-01

Application of Biomechanics in Determining the Dangerous Factors of Knee Anterior Cruciate Ligament Injury

LIU Hui (Sport Science College, Beijing Sport University)

Key words: ACL; injury; biomechanics

膝关节前交叉韧带 (Anterior Cruciate Ligament, ACL) 是膝关节4个主要韧带之一。其主要功能是限制胫骨的前移, 在膝关节伸展时防止膝内外翻, 并与后交叉韧带共同调整膝关节的旋转复位。

1 前交叉韧带损伤概述

近年来随着参加体育运动人数的增加, 运动损伤的发病率逐年提高, 而膝关节前交叉韧带是运动损伤中最为常见的

严重运动损伤之一。例如美国每年接受前交叉韧带重建手术的人数从1999年的17.5万多例增加到2006年的40万例。大多数前交叉韧带损伤是非接触性损伤, 也就是说损伤发生时运动员间并未发生身体接触, 这表明绝大多数前交叉韧带损伤是可以预防的。

前交叉韧带损伤的发病率具有明显的性别和年龄特点。研究表明女青年前交叉韧带损伤发病率显著高于男青年。处于16~18岁的青少年是前交叉韧带损伤率最高的群体, 尤其