

# 运动人体科学

## 理论与实践(上)

周里◎主编



陕西师范大学出版总社

YUNDONG RENTI KEXUE  
LILUN YU SHIJIAN

# 运动人体科学 理论与实践(上)

周里◎主编



陕西师范大学出版总社

图书代号 JC16N1130

图书在版编目(CIP)数据

运动人体科学理论与实践. 上 / 周里主编. —西安:  
陕西师范大学出版总社有限公司, 2016. 10

ISBN 978-7-5613-8586-9

I. ①运… II. ①周… III. ①人体运动—人体  
科学—研究生—教材 IV. ①G804

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 181387 号

运动人体科学理论与实践(上)

YUNDONG RENTI KEXUE LILUN YU SHIJIAN SHANG

周里 主编

- 
- 策划编辑 曾学民  
责任编辑 张佩  
责任校对 刘金茹  
封面设计 鼎新设计  
出版发行 陕西师范大学出版总社  
(西安市长安南路 199 号 邮编 710062)  
网 址 <http://www.snupg.com>  
经 销 新华书店  
印 制 陕西省富平县万象印务有限公司  
开 本 787mm × 1092mm 1/16  
印 张 25  
字 数 608 千  
版 次 2016 年 10 月第 1 版  
印 次 2016 年 10 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5613-8586-9  
定 价 50.00 元
- 

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与本社联系。

电话:(029)85303622(传真) (029)85307826

E-mail: 694935715@qq.com

# 前 言

运动人体科学是研究运动状态下人体机能变化规律的科学,包括运动解剖学、运动生理学、运动生物力学、运动生物化学、运动心理学、运动医学、保健康复等。运动人体科学在保证体育教学、运动训练、运动健身的科学性方面有着重要的作用,对体育教学过程优化、运动员选才、运动技术与诊断、训练效果检查评定、训练状况反馈调控、健身计划制订、健身效果评价、改善和增强国民健康水平等方面有直接的影响。

随着现代社会经济、文化的快速发展,竞技体育不断勇攀高峰;新的科学运动训练理论和方法的形成和选择,需要寻找有力的科学支点;同时,全民运动健身和健康活动的广泛开展,需要科学的指导。体育科学在原有的运动训练学和体育教育理论难以全面、更好地满足发展的需要,在这样的背景下运动人体科学应运而生。它的形成为指导科学训练、提高竞技体育比赛成绩、科学合理地规划人们的健身活动提供了有力支持,从而进一步科学地促进竞技体育发展,改善人类健康状况,推动社会进步。

《运动人体科学理论与实践》是西安体育学院体育学重点学科建设研究生教材,为体育学硕士研究生的教学和学习而编写的教材。内容涉及运动解剖学、运动生物力学、运动生理生化、体质测量与评价、运动医学和康复学等相关学科内容。全教材分为上、下两册,共二十四章。其中,第一至第五章为“人体运动原理与技术分析方法”的内容;第六至第十五章为“人体机能对运动训练的生物学适应及其评价”的内容;第十六至第二十章为“体质与健康促进”的内容;第二十一至第二十四章为“运动损伤与康复”的内容。

在巩固专业基础理论知识的基础上,本教材力图体现以下特色:

- (1) 紧密围绕运动人体科学研究领域研究的主要方向;
- (2) 充分体现本学科发展前沿,密切结合该领域最新研究成果;
- (3) 理论与实践相结合,特别注重在体育运动实践中应用的内容;
- (4) 重点突出实践(实验)能力学习内容;

(5) 构建较完备的教材(教学)内容体系,每一章节有重点、难点、思考(作业)题,以及实践(实验)报告。

本教材对运动人体科学等相关学科本科学习内容补充和拓展,主要作为运动人体科学专业硕士研究生专业基础课和其他体育专业硕士研究生相关课程的选用教材或参考书,也可作为体育专业本科生的教学与自学参考书。

本教材是西安体育学院体育学重点学科建设研究生规划教材,由西安体育学院周里教授主持编写,编写者具体分工如下:白石(第一章第一、六节),刘涛(第一章第二、三节),李宁(第一章第四、五节),黄志刚(第二章第一、二节,第三章第三节),严波涛(第二章第三、六、七节,第三章第一节,第四章),李小生(第二章第四、五节),王琨(第三章第二、四、五节,第五章),杨建昌(第六、七章),刘旭东(第八、九章),任超学、高新友(第十章),张明军、高新友(第十一章),姜涛(第十二、十四章),马艳、高新友(第十三章),郝琳、高新友(第十五章),袁尽州(第十六、十八、十九章),杜新星(第十七、二十章),苟波(第二十一章),张葆欣、陈建(武汉体育学院)(第二十二章),强大平(第二十三章),温晓妮(第二十四章),由王琨、高新友、张明军、任超学、杜新星、李小生对全书进行最后统稿。

本教材缺点与不足在所难免,恳请各位读者、专家与同仁提出宝贵意见。如果有机会重印或再版,我们会在后续的版本中加以修订。

# 目 录

第一章 肌肉工作原理与分析 .....	( 1 )
第一节 总论 .....	( 1 )
第二节 上肢部分 .....	( 10 )
第三节 下肢部分 .....	( 19 )
第四节 肩背部分 .....	( 33 )
第五节 躯干部分 .....	( 35 )
第六节 整体动作分析 .....	( 38 )
第二章 影像与运动技术分析 .....	( 48 )
第一节 运动技术分析基础 .....	( 48 )
第二节 人体模型 .....	( 65 )
第三节 运动技术与诊断基本模式 .....	( 80 )
第四节 运动信息采集 .....	( 89 )
第五节 数据处理 .....	( 96 )
第六节 综合决策 .....	( 104 )
第七节 结果反馈 .....	( 135 )
第三章 人体运动中的力的测量和生物负荷评价 .....	( 141 )
第一节 运动中的力和负荷的生物学意义 .....	( 141 )
第二节 外负荷力的测量 .....	( 145 )
第三节 生物组织内力的测量 .....	( 161 )
第四节 肌肉负荷估测方法 .....	( 171 )
第五节 力学理论研究方法 .....	( 175 )
第四章 运动生物力学能量学 .....	( 180 )
第一节 运动生物力学能量学简介 .....	( 180 )
第二节 人体能量学基础 .....	( 184 )
第三节 运动能耗测评方法 .....	( 190 )
第四节 机械能和机械功 .....	( 199 )
第五节 运动效率 .....	( 207 )
第六节 值得关注的方面 .....	( 209 )
第五章 肌电测量与运用 .....	( 213 )
第一节 肌电测量设备 .....	( 213 )

第二节	肌电测量方法与步骤 .....	(214)
第三节	肌电信号的处理与分析 .....	(216)
第四节	肌电测量在人体运动中的应用 .....	(219)
第五节	应用研究案例 .....	(224)
第六节	肌电测量实验 .....	(230)
<b>第六章</b>	<b>骨骼肌与运动</b> .....	(233)
第一节	运动对骨骼肌力量的影响 .....	(233)
第二节	运动与骨骼肌纤维类型 .....	(247)
第三节	运动性肌肉疲劳的生理机制 .....	(253)
第四节	运动训练与肌肉酸痛 .....	(267)
第五节	肌肉形态学及生物学机能分析技术简介 .....	(277)
<b>第七章</b>	<b>运动与骨代谢</b> .....	(281)
第一节	运动与骨量研究 .....	(281)
第二节	运动与骨形态计量学研究 .....	(291)
第三节	运动与骨生物力学研究 .....	(297)
第四节	运动对骨代谢生化标志物及其基因水平的影响 .....	(301)
第五节	骨形态学及生物学机能分析技术简介 .....	(307)
<b>第八章</b>	<b>健身运动的生理学基础</b> .....	(309)
第一节	健康概念与运动对健康的促进 .....	(309)
第二节	体育锻炼与抗衰老 .....	(310)
第三节	体育锻炼与心脑血管疾病 .....	(315)
第四节	体育锻炼与糖尿病 .....	(319)
<b>第九章</b>	<b>训练中的特殊生理学问题</b> .....	(325)
第一节	运动性贫血机制与防治 .....	(325)
第二节	运动训练与女运动员月经周期 .....	(329)
第三节	兴奋剂的生理学问题 .....	(333)
<b>第十章</b>	<b>身体素质</b> .....	(338)
第一节	力量素质 .....	(338)
第二节	速度素质 .....	(349)
第三节	耐力素质 .....	(354)
第四节	柔韧素质 .....	(363)
第五节	灵敏素质 .....	(366)
第六节	平衡素质 .....	(367)
<b>第十一章</b>	<b>赛前训练、过度训练、停训与恢复训练</b> .....	(370)
第一节	赛前训练 .....	(370)
第二节	过度训练 .....	(373)
第三节	停训 .....	(378)
第四节	恢复训练 .....	(384)

# 第一章 肌肉工作原理与分析

本章内容是在本科教材《运动解剖学》有关内容的基础上,根据运动人体科学专业研究生培养的要求编写,共分六节。第一节主要讲述肌肉功能的解剖学分析方法,讲述肌肉在完成体育动作时的协作关系和肌肉工作的分类情况,单关节肌和多关节肌在体育动作中的工作特点,如何确定体育动作中的原动肌的方法;第二节主要讲述上肢体能训练常用肌肉、活动及常见训练动作;第三节主要讲述下肢体能训练常用肌肉、活动及常见训练动作;第四节主要讲述肩背部分体能训练常用肌肉、活动及常见训练动作;第五节主要讲述躯干部分体能训练常用肌肉、活动及常见训练动作;第六节主要讲述体育运动中的整体动作分析。

## 第一节 总 论

### 一、肌肉功能的解剖学分析方法

对肌肉功能进行解剖学分析方法很多,有肌电图法、电刺激法、扪触法和临床观察法等。这里介绍一种理论分析法,这种方法简便易行。它根据肌拉力线与关节运动轴的关系确定,包括以下内容。

#### (一)肌拉力线的概念

当肌肉收缩时,对其起点和止点均产生拉力,这种拉力是每条肌纤维收缩力的总和,如果用线段来表示肌肉拉力,就称为肌拉力线,这是肌肉拉力的合力作用线。肌拉力线是一个矢量,它表示肌肉拉力的方向,其方向总是指向定点。概括地说,表示肌肉拉力方向的线段就叫肌拉力线。

#### (二)肌拉力线的确定

确定肌拉力线的方法很简单,就是从肌肉的起点中心到止点中心连一直线,即为该肌肉的肌拉力线(图 1-1)。但是,肌肉的形状各式各样,差别很大。有的起点很宽,肌纤维走向不一致,如斜方肌;有的肌肉在骨突处改变了方向,如三角肌在肩峰处突然改变方



向,所以肌拉力线的确定应根据具体情况而定。像斜方肌这样的肌肉,可用三条线来表示三部分肌纤维的拉力线(图 1-2),而三角肌的拉力线可由拐弯处到止点中心连线来确定(图 1-3)。



图 1-1 肱肌拉力线

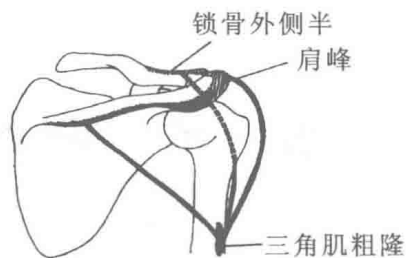


图 1-3 三角肌拉力线

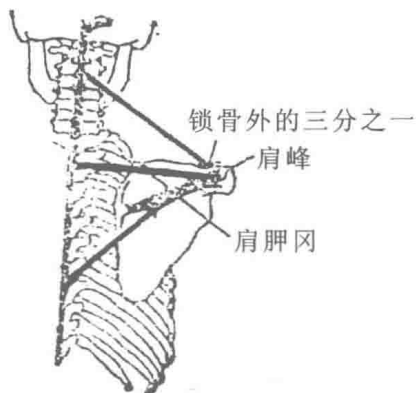
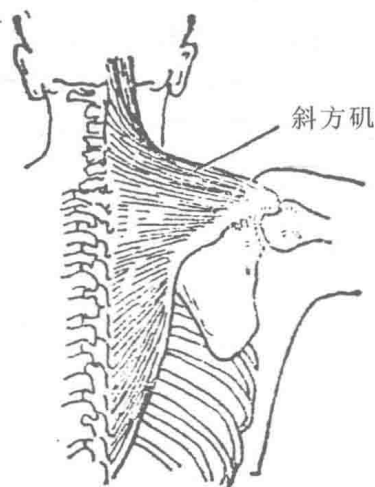


图 1-2 斜方肌拉力线

### (三) 肌拉力线与关节运动轴的关系

肌拉力线与关节运动轴的方位关系不同,就会产生不同的环节运动方式。

#### 1. 额状轴

当肌拉力线从关节额状轴的前面跨过时,就会使环节产生屈的运动,如肱二头肌和髂腰肌等(图 1-4)。若肌拉力线从关节额状轴的后面跨过时,则使环节产生伸的运动,如肱三头肌和臀大肌等(图 1-5)。但膝关节相反,股四头肌拉力线从关节额状轴的前面跨过,却使环节产生伸的运动。



图 1-4 肌拉力线从关节额状轴前面跨过  
2. 矢状轴



图 1-5 肌拉力线从关节额状轴后面跨过

当肌拉力线从关节矢状轴的外侧或上方跨过时,就会使环节产生外展的运动,如三角肌和臀中肌等(图 1-6)。若肌拉力线从关节矢状轴的内侧或下方跨过时,则使环节产生内收的运动,如胸大肌、背阔肌和大收肌等(图 1-7)。

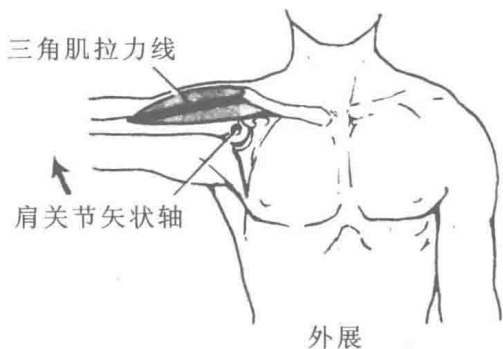


图 1-6 肌拉力线从关节矢状轴外侧跨过

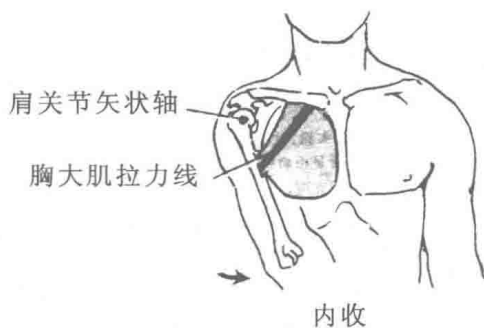


图 1-7 肌拉力线从关节矢状轴内侧跨过

### 3. 垂直轴

当肌拉力线从垂直轴的前面跨过时,就会使环节产生旋内的运动,如旋前圆肌和胸大肌等(图 1-8)。若肌拉力线从垂直轴的后面跨过时,则使环节产生旋外的运动,如臀大肌和三角肌后部等(图 1-9)。

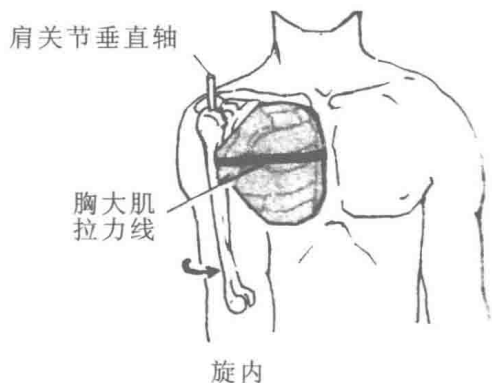


图 1-8 肌拉力线从垂直轴的前面跨过



图 1-9 肌拉力线从垂直轴的后面跨过



## 二、肌肉工作及协作关系

每个体育动作都是在许多肌肉的参与下完成的,这些肌肉在运动中起着不同的作用,有的发挥原动肌的作用,有的成为对抗肌,有的则起固定肌或中和肌的作用。

### (一)原动肌

在完成某一动作时,直接发挥动力作用,引起环节运动的肌肉,称为原动肌。根据所起作用的主次,可分为主动肌和副动肌。例如,伸肘关节的原动肌是肱三头肌和肘肌,其中的肱三头肌是主动肌,而肘肌则为副动肌。

### (二)对抗肌

与原动肌作用相反的肌肉称为对抗肌。它能使环节向相反的方向运动,也可以对原动肌起制动作用,例如,在做负重弯举运动时,肱二头肌是原动肌,而肱三头肌则为对抗肌。

但是,原动肌和对抗肌并不是固定不变的,它们会随着动作的改变而发生变化,例如,在做俯卧撑时,肱三头肌为原动肌,肱二头肌为对抗肌。

### (三)固定肌

当肌肉收缩时,其拉力可使该肌所附着的两块骨发生相向运动。为了充分发挥原动肌对动点骨的作用,就需要有其他肌肉来固定定点骨(支撑骨)。那些对支撑骨起固定作用的肌肉,就称为固定肌。例如,在做负重弯举时,用来固定上臂的胸大肌和背阔肌,就是固定肌。

### (四)中和肌

如果原动肌对运动环节具有多种功能的话,为了充分发挥其中的某种功能,就需要另外的肌肉来抵消那些不必要的功能,这些用来抑制原动肌多余功能的肌肉,就是中和肌。如用臀中肌前部的旋内作用来抵消髂腰肌的旋外作用,使步态正常。

## 三、肌肉工作的分类

肌肉收缩能产生拉力,这种力能克服阻力引起环节运动,或用来平衡阻力使肢体保持某种姿势,我们把这种现象称为肌肉工作。

肌肉工作分两大类,即动力性工作和静力性工作。

### (一)动力性工作

动力性工作的特点是:肌肉长度发生变化,运动环节产生位移,力矩和阻力矩不平

衡。动力性工作又可分为克制性工作和退让性工作。

### 1. 克制性工作

其特点是:肌肉的拉力矩大于阻力矩,肌肉做向心收缩,长度缩短,环节沿肌拉力方向运动。绝大多数的体育动作都属于此类工作。例如,负重弯举的上举阶段(图 1-10),就是肱二头肌和肱肌等屈肘肌做克制性工作的结果;再如,立定跳的跳起阶段(图 1-11),下肢是臀大肌、股四头肌和小腿三头肌等肌群做克制性工作的例子。



图 1-10 负重弯举

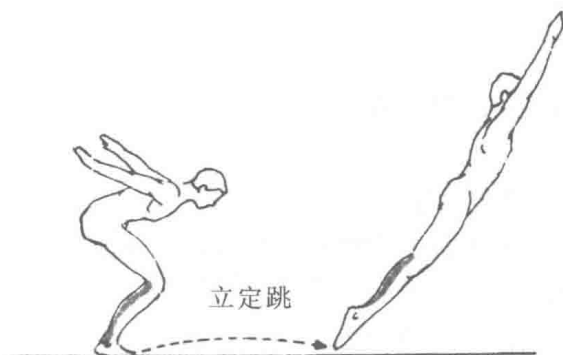


图 1-11 立定跳

### 2. 退让性工作

其特点是:肌肉的拉力矩小于阻力矩,肌肉做离心收缩,肌肉逐渐被拉长,环节沿肌拉力的反方向运动。例如,负重弯举的下降阶段,正是肱二头肌和肱肌等屈肘肌做退让性工作的表现。肌肉的这种工作具有保护关节不受损伤的作用,再如纵跳的落地动作,也是退让性工作,臀大肌、股四头肌和小腿三头肌都要保持紧张度,以缓冲落地时的震动,保护人体不受损伤。

## (二) 静力性工作

静力性工作的特点是:肌肉拉力矩等于阻力矩,肌肉持续收缩,但长度不变。静力性工作又可分为支持工作、固定工作和加固工作三种类型。

### 1. 支持工作

肌肉持续收缩,以平衡阻力矩,使人体保持一定的姿态,称为支持工作,支持工作有两种情况。

第一种:肌肉保持缩短状态的支持工作,如做直角支撑时,腹直肌、髂腰肌和股直肌均做缩短状态的支持工作(图 1-12)。

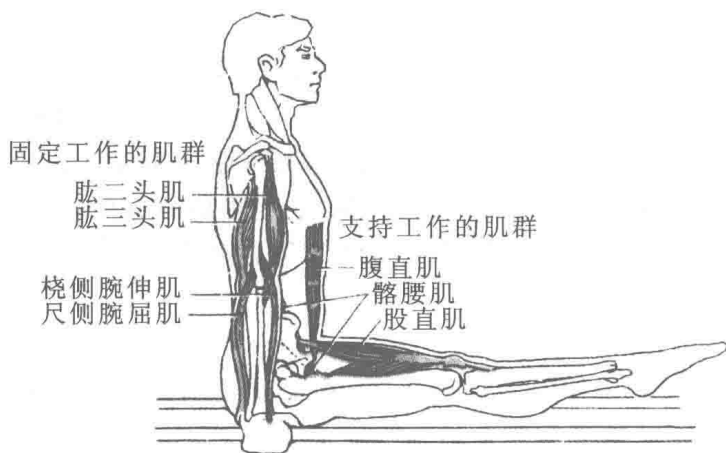


图 1-12 双杠直角支撑



图 1-13 马步站桩

第二种:肌肉保持伸长状态的支持工作,如做马步站桩时,股四头肌做伸长状态的支持工作(图 1-13)。

### 2. 固定工作

作用相反的两群肌肉共同收缩,使环节固定不动,称为固定工作。例如,做直角支撑时,肱二头肌和肱三头肌共同收缩,将肘关节固定在伸直状态;前臂的屈腕肌和伸腕肌共同收缩,将腕关节固定在伸直状态。

### 3. 加固工作

当环节受到外力的牵拉时,关节周围的肌肉就会持续收缩,防止关节被拉脱位。

## 四、单关节肌和多关节肌的工作特点

### (一)单关节肌

一块肌肉的肌腹或肌腱,如果只跨过一个关节,就称为单关节肌。单关节肌一向都比较粗短,作用力集中,收缩力大,成为关节运动的主要原动肌。如三角肌、胸大肌、背阔肌和臀大肌等。

### (二)多关节肌

跨过两个或两个以上关节的肌肉,称为多关节肌。多关节肌中的大块肌肉一般只跨过两个关节,如肱二头肌、股直肌和股后肌群等,而分布在前臂和小腿的较小肌肉,一般都跨过多个关节,如指浅屈肌、指伸肌和拇长屈肌等。多关节肌一般都细而长,有的肌腱很长。

### (三)多关节肌的特点

#### 1. 功能性“主动不足”

当多关节肌收缩发力时,对其中一个关节发挥作用后,对其余关节就不能充分发挥

作用,这种现象就称为多关节肌的“主动不足”。例如,当髋关节处于后伸位时,再做屈膝动作就会感到困难(图 1-14),这是由于股后肌群主动不足的缘故;再如,在屈腕的情况下,再屈指就会感到很困难,这是由于指浅屈肌和指深屈肌主动不足的缘故。初练单杠大回环的运动员,往往由于抓杠太紧,当身体向前摆动时,就会使手腕屈度增大,如不能及时调整,就会因屈指肌的主动不足而松手脱杠。

## 2. 功能性“被动不足”

当多关节肌在一个关节处被拉长时,在其余关节就不能被充分拉长,这种现象就称为多关节肌的“被动不足”。例如,当膝关节伸直时,大腿在髋关节处屈的程度就会大幅度减小(图 1-15),这是由于股后肌群被动不足所造成的,因为伸膝动作使股后肌群在膝关节处被拉长了,在髋关节处就不能充分拉长,限制了屈髋的幅度。



图 1-14 主动不足

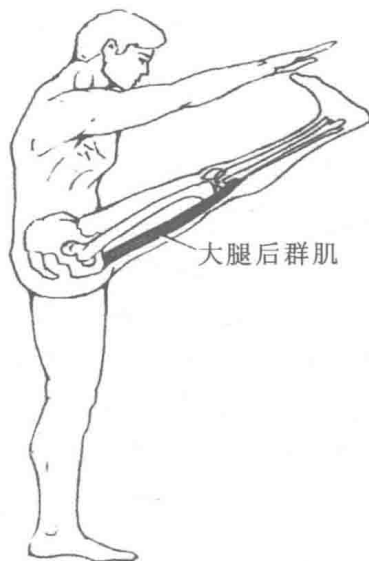


图 1-15 被动不足

事实上,在限制动作幅度方面,多关节肌的“主动不足”和“被动不足”往往同时起作用。例如,在用力屈腕的情况下再屈指感到很困难,既是屈指主动不足的缘故,也是伸指肌被动不足的缘故;同样,伸髋后屈膝困难,既是股后肌群的主动不足的缘故,也是由于股直肌被动不足所造成的。

由此可见,发展多关节肌的力量素质固然重要,但发展其柔韧性素质尤其重要,特别是下肢的股后肌群和股直肌的伸展性,对动作影响很大,应特别予以重视。

## (四) 多关节肌和单关节肌的协作关系

在一些大关节周围,往往同时配布有单关节肌和多关节肌。它们互相协作,取长补短,以利于完成各种复杂的动作。单关节肌发力集中,效率高,但收缩幅度较小,而多关节肌一般都较长,在运动幅度方面可以弥补单关节肌的不足;同时,多关节肌还可引起相



邻关节的运动,进一步增大运动幅度。

现以屈肘肌为例加以说明,肱二头肌和肱肌同为屈肘的主要原动肌,两肌的横截面积也很近似。实验证明,肱肌的收缩力大于肱二头肌,但因肱肌的肌腹较短,收缩幅度小,所以在屈肘的前期阶段可发挥其优势,到后期则较差;肱二头肌的拉力角较大,容易起动骨杠杆,又因其肌腹长,收缩幅度大,所以在屈肘的全过程都发挥重要作用,并成为后期的主要原动力。另外,肱二头肌收缩到后期阶段,还可引起上臂在肩关节处的前屈运动,这就进一步增大了运动幅度。

## 五、确定原动肌的方法

### (一)方法介绍

确定原动肌是进行动作分析十分重要的一个环节,同时也是进行科学训练和提高运动成绩的基础。

确定原动肌最精确的方法是肌电图或动态应变仪法,即用电子仪器——肌电仪或示波器把肌肉收缩时产生的生物电流及其变化描记下来,不但可以确定完成某动作的原动肌群,还可明确它们收缩持续的时间和强度。

另一种方法是观察肌病患者的动作,患肌做不出的动作,可以反证正常肌肉的功能。

第三种方法是利用正常解剖学中有关肌肉功能的知识(三角肌可以使肩关节外展,大收肌可以使髋关节内收等)。不过在运动实践中往往有这种情况,即同样是髋关节屈曲,不一定是髋关节屈肌在收缩用力。例如,跑步时髋关节屈是屈髋肌在收缩用力;在落地缓冲时髋关节屈,却是伸髋肌在收缩用力。同是髋关节屈曲,原动肌却是截然相反的两群。由于环节受力情况不同,所以要正确分析动作,需要掌握环节受力情况。

### (二)环节受力分析法

环节运动是在力的作用下产生的。作用于环节的力可分为内力和外力。内力主要是肌力,外力包括重力、摩擦力、器械弹力、介质阻力和来自他人(对手)的肌力等。内力总是与外力一起作用才能引起环节运动的。所以,只有分析环节的受力情况才能找出原动肌。

第一步指出完成动作时的关节活动状态,必要时可采用录像机、电影机甚至光电摄影法记录下来。例如做正握单杠引体向上时,肩带做下回旋,肩关节做伸,肘关节做屈,桡尺关节做旋前,腕关节和指关节做屈等。

第二步是分析环节受力情况——肌力和外力(重心)的关系有以下几种情况:

第一种情况是环节运动方向与外力作用方向相反。环节本身的重量或其他物体作用在环节上的力都是外力,它与肌力相抗衡时即作用方向相反。此时,环节运动方向若与外力作用方向相反,而与肌力方向一致,就说明肌力大于外力。这时完成动作的原动肌是位于环节运动方向同侧的肌群。即环节做屈的运动,屈肌是原动肌;环节做外展运

动,外展肌是原动肌。例如举重中的起立,环节的运动方向向上,杠铃和体重的作用方向向下(图 1-16),则起立时的原动肌是臀大肌(伸髋)、股四头肌(伸膝)和小腿三头肌(足跖屈)。又如投篮(图 1-17),也是这样。

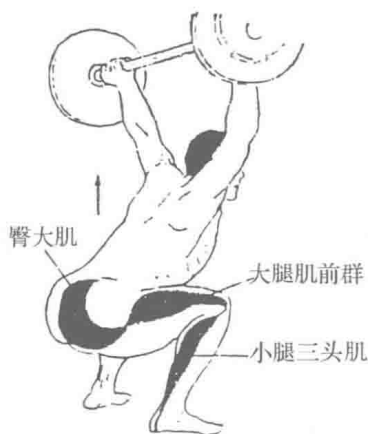


图 1-16 举重

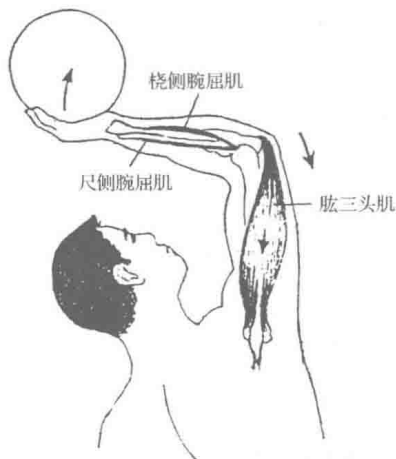


图 1-17 投篮

第二种情况是环节运动方向与外力作用方向相同时。又有两种情况:一种是环节运动速度快,原动肌是位于环节运动方向同侧的肌群;一种是环节运动速度慢,原动肌是位于环节运动方向反侧的肌群。

例如,打锤(图 1-18)是肩胛骨下回旋、肩关节内收和伸,锤和手臂的重力也是使肩胛骨下回旋、肩关节内收和伸,环节运动方向与外力作用方向相同。由于打锤的动量要大,环节回旋的速度要快,即锤的下落速度超过它的自由下落速度,因此原动肌是肩带下回旋肌(菱形肌、胸小肌、肩胛提肌)、肩关节内收和伸的肌(背阔肌、胸大肌、肩胛下肌)。又如乒乓球的正手向下削球,也是这样。

再如,在双杠上做双臂屈伸身体缓慢下降时(图 1-19)是肩关节做外展和伸、肘关节做屈的运动,环节运动方向与外力作用方向相同。这时的原动肌是位于环节运动方向相反侧的肌群,即使肩关节内收(上提躯干)的胸大肌和背阔肌、伸肘的肘三头肌。又如落地缓冲中(图 1-20)原动肌是伸髋肌、伸膝肌和足屈肌。



图 1-18 打锤时的原动肌(肩部)



图 1-19 双杠支撑慢落下成屈臂撑的原动肌



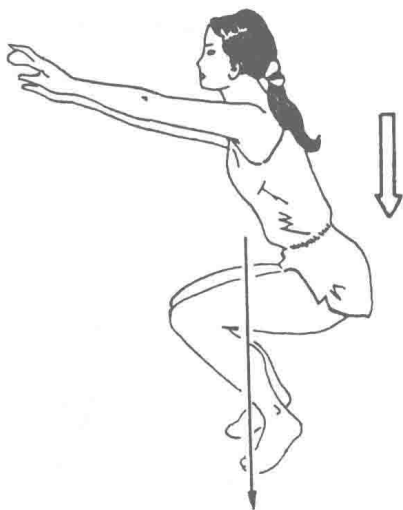


图 1-20 落地缓冲

第三步:在同一群原动肌中,根据其体积和功能的大小,分为主动肌和副动肌。如在伸肘肌群中,肱三头肌是主动肌,肘肌为副动肌。

第四步:根据环节运动方向与肌拉力方向的关系,来判断肌肉工作的性质。

如果环节运动方向与肌拉力方向相同,说明拉力矩大于阻力矩,肌肉做向心收缩,可以肯定肌肉做的是克制性工作;如果环节运动方向与肌拉力方向相反,则说明拉力矩小于阻力矩,肌肉做离心收缩,那么肌肉做的就是退让性工作。

第五步:根据肌肉附着骨的运动状况,来确定肌肉工作的条件。

如果肌肉的起点骨固定,止点骨运动,称为近固定工作,如推铅球时,肱三头肌做近固定工作,使肘关节伸直。如果肌肉的止点骨固定,起点骨运动,称为远固定工作,如俯卧撑时,肱三头肌做远固定工作,使肘关节伸直。

使躯干运动的肌肉,一般区分为上固定工作和下固定工作。

确定和分析原动肌需经五个步骤,所以环节受力分析法也可称为五步分析法,五个步骤中,以第一步和第二步最为重要。

## 第二节 上肢部分

上肢肌按部位的不同可分为肩带肌、上臂肌、前臂肌和手肌。除肩带肌外多为长肌,起止点靠近关节,收缩时牵拉骨骼沿关节轴运动的杠杆作用明显,较为灵活。上肢的肩关节、肘关节、手腕关节、掌指关节和指骨间关节的运动主要靠肩带肌、上臂肌、前臂肌和手肌的收缩来完成,我们以各个环节在关节处的运动来描述参加活动的肌群。