

 体育院校通用教材

# 运动生物力学



全国体育院校教材委员会 审定

陆爱云 主编

**YUNDONG  
SHENGWU  
LIXUE**

人民体育出版社

体育院校通用教材

# 运动生物力学

陆爱云 主编

全国体育院校教材委员会 审定

人民体育出版社

图书在版编目(CIP)数据

运动生物力学/陆爱云主编. —北京:人民体育出版社,  
2009

体育院校通用教材

ISBN 978-7-5009-3720-3

I. 运… II. 陆… III. 运动生物力学-高等学校-教材  
IV. G804.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 153455 号

\*

人民体育出版社出版发行  
三河紫恒印装有限公司印刷  
新华书店经销

\*

787×960 16开本 22印张 398千字  
2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷  
印数:1—10,000册

\*

ISBN 978-7-5009-3720-3

定价:36.00元

---

---

社址:北京市崇文区体育馆路8号(天坛公园东门)

电话:67151482(发行部) 邮编:100061

传真:67151483 邮购:67118491

(购买本社图书,如遇有缺损页可与发行部联系)



## 编委会

主 编：陆爱云

副主编：陆阿明 周 里

编 委（以姓氏笔画为序）：

- |     |     |              |
|-----|-----|--------------|
| 刘 宇 | 教授  | (上海体育学院)     |
| 伍 颢 | 副教授 | (上海体育学院)     |
| 严波涛 | 教授  | (西安体育学院)     |
| 张胜年 | 副教授 | (上海体育学院)     |
| 杨金田 | 教授  | (河北体育学院)     |
| 邹亮畴 | 教授  | (广州体育学院)     |
| 周 里 | 教授  | (西安体育学院)     |
| 周继和 | 教授  | (成都体育学院)     |
| 陆阿明 | 教授  | (苏州大学体育学院)   |
| 陆爱云 | 教授  | (上海体育学院)     |
| 郑 澜 | 教授  | (湖南师范大学体育学院) |
| 钱竞光 | 教授  | (南京体育学院)     |
| 郭静茹 | 教授  | (天津体育学院)     |
| 潘慧炬 | 教授  | (浙江师范大学体育学院) |



## 前言

《运动生物力学》是根据全国体育院校教材建设规划的要求并结合教学的实际需要，在总结及参考国内外教材的基础上编写而成。

本教材按照全国体育院校教材委员会的要求，由上海体育学院主持，全国部分体育学院和师范大学体育学院的运动生物力学教师协作编写而成。第一章《绪论》由刘宇教授编写；第二章《人体动作结构的生物力学基础》由陆阿明、周里、杨金田教授编写；第三章《人体运动技术分析的生物力学原理》由郭静茹、陆阿明、周继和、陆爱云教授编写；第四章《运动技术分析的一般方法与测量手段》由潘慧炬教授、伍颀副教授编写；第五章《人体运动技术的生物力学分析》由周继和、钱竞光教授、伍颀副教授编写；第六章《运动器系的生物力学与损伤》由张胜年副教授、周里、陆爱云教授编写；第七章《肌肉力量训练的基础和应用》由张胜年副教授、郑澜、陆爱云教授编写。陆爱云、陆阿明、刘宇教授、张胜年和伍颀副教授对全书内容进行了串编，并最后进行了修改定稿。邹亮畴、严波涛教授参与了教材编写纲目的讨论，对教材体系的改编提出了有益的意见。本教材在编写过程中得到上海体育学院和人民体育出版社有关领导的关心与支持，此外还得到其他多方面同仁的协作，在此一并表示深切的感谢。

新教材的编写具有以下几个特点：1. 各章内容编写中，在传承原有教材知识结构的基础上注重汲取和参考了国内外相关运动生物力学研究的最新成果。2. 在教材编写体系上进行了探索和创新，一是在讲述了人体动作结构的生物力学基础后再学习人体运动技术分析的生物力学原理；二是增加了运动器系损伤的生物力学和肌肉力量训练的基础和应用等内容。3. 充分考虑了体育专业学生的特点与需求，在一些原理的学习和公式推导中尽量删繁就简；人体动作技术的生物力学分析则以走、跑、跳、投、游、击打、踢与滑行的基本动作为主线，使其与运动实践结合得更加紧密，应用更加广泛。



4. 在保持原有传统插图的基础上增添和更新了大量插图；同时在部分内容中插入了“引用链接”“学习与思考”等，拓展了本课程学习相关的理论问题及本课程理论与实践相结合中待解决的一些问题。本教材的编写适应了运动生物力学学科的发展趋势。

各院校在使用本教材时，可根据学生的具体情况因材施教。对“运动技术分析的一般方法与测量手段”“人体运动技术的生物力学分析”等章节内容，可根据各院校的教学条件有选择地讲授。由于本教材改版间隔时间较长，编写时间也较仓促，水平有限，问题和错误在所难免，希望各院校在使用本书过程中，不断总结经验，提出改进意见，以备日后修订。

全国体育院校教材委员会  
《运动生物力学》教材小组  
2008年12月



# 目 录

第一章 绪论	( 1 )
一、运动生物力学的概念	( 1 )
二、运动生物力学的任务	( 2 )
三、运动生物力学的课程内容及研究方法	( 6 )
四、运动生物力学的应用实例	( 8 )
五、运动生物力学的历史回顾与发展	( 9 )
第二章 人体动作结构的生物力学基础	( 13 )
第一节 人体动作结构的基本形式	( 13 )
一、人体动作结构和动作系统	( 13 )
二、人体基本运动动作形式	( 19 )
第二节 人体运动的复杂性	( 27 )
一、人体运动器系的机能特征	( 27 )
二、骨、关节、肌肉的相互作用	( 31 )
第三节 人体简化模型与惯性参数	( 32 )
一、人体简化模型	( 32 )
二、人体质心	( 36 )
三、人体转动惯量	( 44 )
第三章 人体运动的生物力学原理	( 50 )
第一节 人体运动的时空特征分析	( 50 )
一、人体运动的表现形式	( 51 )
二、人体运动的时空特征	( 55 )
三、人体运动的描述	( 59 )
第二节 人体运动的平衡与稳定	( 64 )



一、人体平衡的力学条件·····	(64)
二、体育运动中的人体平衡·····	(70)
第三节 人体运动的改变及其原因·····	(75)
一、人体运动中的内外力及其关系·····	(75)
二、人体或器械运动状态的改变及其规律·····	(82)
第四节 人体运动的功能及其转化·····	(94)
一、功与能·····	(95)
二、体育运动中的功能转换·····	(97)
三、影响速度的力学因素·····	(100)
第五节 体育运动中的流体力学·····	(103)
一、流体力学基本知识·····	(103)
二、水对人体的阻力和动力·····	(109)
三、空气对人体的作用·····	(112)
四、空气对器械的作用·····	(114)
<b>第四章 动作技术分析的一般方法与测量手段·····</b>	<b>(121)</b>
第一节 动作技术分析概述·····	(121)
一、动作技术分析的发展简史·····	(121)
二、动作技术分析的一般过程·····	(122)
第二节 动作技术分析的一般方法·····	(125)
一、了解动作技术的构成·····	(125)
二、明确动作技术的目标·····	(129)
三、确定实验对象与测试方法·····	(133)
四、确定动作技术的评价指标·····	(134)
五、拟定分析报告的内容·····	(137)
第三节 运动生物力学的主要测量手段·····	(139)
一、运动学数据的采集与处理·····	(139)
二、动力学数据的采集与处理·····	(147)
三、肌电测量系统·····	(149)
四、多机同步测量技术·····	(152)
<b>第五章 动作技术的生物力学·····</b>	<b>(160)</b>
第一节 行走的生物力学·····	(161)





一、行走的生物力学参数	(161)
二、步态分析	(165)
三、步态分析的临床应用	(173)
四、竞走技术的生物力学分析	(174)
第二节 跑的生物力学	(176)
一、跑步的运动学	(176)
二、跑步的动力学	(183)
三、起跑的生物力学分析	(186)
第三节 跳跃的生物力学	(188)
一、跳跃的一般生物力学	(188)
二、跳高的生物力学分析	(191)
第四节 投掷的生物力学	(197)
一、投掷的一般生物力学原理	(197)
二、推铅球的生物力学分析	(202)
第五节 游泳的生物力学	(209)
一、游泳出发动作技术分析	(209)
二、游泳推进动作技术分析	(211)
三、游泳转身动作技术分析	(223)
第六节 击打与踢动作的生物力学	(226)
一、准备阶段的生物力学原理	(227)
二、后摆阶段的生物力学原理	(228)
三、前摆阶段的生物力学原理	(229)
四、随后运动的生物力学原理	(233)
第七节 滑行动作的生物力学	(233)
一、速度滑冰的生物力学分析	(233)
二、越野滑雪的生物力学分析	(237)
三、花样滑冰的生物力学分析	(241)
第六章 运动器系的生物力学与损伤	(249)
第一节 骨的运动生物力学与损伤	(249)
一、骨力学性能的结构基础	(250)
二、骨的生长及机械应力的影响	(253)
三、骨损伤的运动生物力学原理	(255)



第二节 关节的运动生物力学与损伤	(260)
一、关节结构的运动生物力学	(260)
二、关节的生物力学与损伤	(266)
第三节 骨骼肌的生物力学与损伤	(278)
一、骨骼肌的运动生物力学	(279)
二、骨骼肌损伤的运动生物力学	(292)
第七章 肌肉力量训练的基础理论与应用	(295)
第一节 肌肉力量训练的基础理论	(295)
一、肌肉力量训练的生物学基础理论	(295)
二、肌肉力量训练的相关理论	(305)
第二节 肌肉力量训练的方法	(309)
一、肌肉力量训练的基本方法	(310)
二、其他形式的肌肉力量训练方法	(311)
第三节 肌肉力量训练的实例	(314)
一、上肢及肩带训练动作	(315)
二、躯干训练动作	(318)
三、下肢训练动作	(320)
附录 1 三角函数表	(324)
附录 2 人体惯性参数	(326)
附录 3 人体运动特征指标	(333)
附录 4 希腊字母表	(334)
参考文献	(335)



# 第一章 绪论

## 一、运动生物力学的概念

生物力学 (Biomechanics) 是生物学和力学融合而成的一门边缘学科, “生物力学是利用力学的原理与方法研究生物系统结构与功能的一门科学” (Hatze, 1974)。这一定义确定了生物力学实际上是一门研究领域与范围都非常广泛的科学, 它包含了植物和动物的生物力学。生物力学的分支较多, 目前国际上比较热门的研究领域除运动生物力学外还有细胞 - 分子生物力学、组织工程生物力学、硬 / 软组织生物力学、血流动力学与血液流变学、仿生力学、生物材料力学、微重力生物学、康复生物力学等。

运动生物力学 (Sport Biomechanics) 是生物力学的一个重要分支, 是研究体育运动中人体机械运动规律的科学。它是将体育运动中人体 (或器械) 复杂的运动形式及变化规律结合力学和生物学的原理进行研究的一门学科。运动生物力学也是体育科学的一个重要组成部分, 例如运动能力的提高、体育动作技术的分析与诊断、运动损伤的预防、运动训练规律的探索、体适能的分析与训练、运动器材装备的设计和改进等。由此可见, 运动生物力学的理论基础主要包括了力学、生物学和体育学。

根据力学观点, 人体或生物体的运动是由神经系统控制, 肌肉和骨骼系统协同作用而完成的。神经系统控制肌肉, 产生对骨骼的作用力以完成各种机械动作。所以人体运动可以描述为: 在神经系统控制下, 以肌肉收缩为动力、以关节为支点、以骨骼为杠杆的机械运动。

运动生物力学是研究人体或生物体在外力和内部受控的肌力作用下的运动规律。在运动生物力学中, 神经系统的控制和反馈过程可以简明的控制规律代替, 肌肉活动简化为受控的力矩发生器, 作为研究对象的人体模型可忽略肌肉变形对质量分布的影响, 简化为由多个刚性环节组成的多刚体系统。相邻环节之间以关节相连接, 在受控的肌力作用下产生围绕关节的相对转动, 影响并完成系统的整体运动。



## 二、运动生物力学的任务

运动生物力学的主要任务有两个：一是提高运动能力（或称运动成绩），包括竞技运动、全民健身及休闲运动；二是预防运动损伤。运动生物力学作为体育科学的一个重要组成部分，其本质是应用力学的原理和方法研究人体运动的形式、规律及原理，其任务范围主要集中于体育动作技术、运动训练、运动损伤和体适能、运动器材装备等方面；运动生物力学在改进运动技术、改善训练手段、设计与改革运动器材，以及预防运动损伤及损伤康复这五个方面表现出重要的作用与意义。

### （一）改进运动技术

提高运动成绩常用的方法就是改进运动员的技术动作。由于运动生物力学不仅要研究人体运动的表现形式和产生运动的原理，同时也要研究影响人体运动的外界条件与运动技术的关系。运动生物力学根据人体的形态机能特点结合对运动场地、器材的改进，研究最合理、最有效的运动技术，以求达到最好的运动成绩。其中，动作技术原理与最佳运动技术是需要了解的两个概念。动作技术原理具有共性，适用于任何人；而最佳运动技术是因人而异的，在应用一般技术原理的同时，需考虑个体的素质及水平，既具有共性，也具有个性特征，因此，最佳运动技术的运用需要有针对性，要善于扬长避短，发挥自身优势。

动作技术的改进最常见的一种表现形式是教练员或教师利用生物力学的定性分析方法来改进运动技术的过程。另一方面，研究人员发现新的或更先进的技术来提高运动水平时，需要使用生物力学定量分析方法来评定新技术，并与教练员或体育教师沟通，指导他们在教学或训练上推广使用。

运动技术分析是竞技运动的生物力学主要研究任务之一，对运动技术进行分析的步骤为：第一，确定所要分析技术动作的目标；第二，确定影响这一目标的生物力学因素有哪些；第三，确定这些因素与技术动作目标之间的关系以及影响程度。例如，标枪投掷项目的目标就是要投得远，通过对该项运动特征的分析，了解到影响标枪投掷成绩的直接因素包括标枪飞行的初始条件、标枪的参数和天气因素；深层间接影响因素包括身体素质、形态学、技术等多重因素。第四，通过实验手段测定影响运动技术分析目标的因素，以寻求改善动作技术的方法及手段。



## (二) 改善训练手段

运动生物力学通过改善训练手段可增加运动训练的适应性，并能提高运动成绩。实践应用可以从几方面着手。首先对运动员动作技术进行分析，通过测试找出影响运动技术提高的因素，并协助教练员或教师判断运动员改善运动技术所需要的训练手段种类。如运动员的运动成绩无法提高，可能是因为某些肌群的肌力、动作速度或技术方面不足而受到限制，有时这些限制可能比较明显。例如，体操选手要做出漂亮合格的吊环十字悬垂动作，通过分析该动作的力学特征可以了解到必须要具有强壮的肩关节内收肌力，教练员在训练中应采用合理的训练方法增强这一肌肉的力量，以便更好地完成动作。而在完成其他动作技术时，对此肌力的需求可能就不那么明显了。

再如撑竿跳高项目，初学者在其训练时常见的技术问题主要发生在空中动作中，如运动员由于髋关节的位置没有高于头或手，因此无法有效地做出推竿转体动作从而影响了跳跃的高度。尽管教练员或教师发现了问题并反复提醒运动员要抬高髋关节，但是如没有足够的肩关节伸肌肌力来帮助其向上引体转体，他们仍无法完成这个动作技术。生物力学的方法和知识告诉我们，强壮的肩关节伸肌肌力是非常重要的。因此，教练员或教师可以通过专门练习来训练运动员的肩关节伸肌肌力，使其能够更好地完成撑竿跳高动作。

## (三) 改革运动器材

当今体育成绩的刷新与运动器材的发展密切相关。历届奥运会金牌之争，在某种意义上说就是高科技之战，而运动生物力学理论与方法的运用在这一方面同样起着举足轻重的作用，它可以通过改良各项运动器材来帮助运动员实现运动成绩的提高。一个经典的例证就是撑竿跳高的变迁。当竹竿、金属竿取代坚硬沉重、没有弹性的木竿后，撑竿跳高的纪录曾节节攀升。待到轻巧而富有弹性的玻璃纤维、碳纤维竿问世后，由于助跑速度的增加和动能、势能转换效率的大幅度提高，带来了撑竿跳高成绩飞越性的突破——乌克兰选手布勃卡创造了 6.14 米的纪录。同样，这样的例子也出现在其他运动项目中。当铝合金、钛金属取代钢铁材料后，特别是更轻、更强的碳纤维材料广泛使用后，自行车项目发生了巨大的变革；赛艇、雪橇、滑雪板等运动器械也为之面目一新；由碳纤维制成的网球拍、羽毛球拍不但强度增加重量减轻，并且“甜点”也扩大。“工欲善其事，必先利其器”，运用运动生物力学的原理加上新材料、新工艺的不断创新，经过改革后的运动器材（器械）会给体育运动带来翻天覆地的变化。



此外，体育工效学和体育工程学也是与运动生物力学有着密切相关的新兴交叉学科。所谓体育工效学是指研究人—运动装备—运动环境系统中三者之间关系使之达到协调和统一的一门综合性实用学科 (Reilly, 1984)，而体育工程学则是更广义上的一个概念，两者在探讨人（运动员）与器械的互动关系、改革与创新运动器材与装备方面都有着直接与重要的应用。

体育功效学研究人体的解剖、生理及心理特征、能力及限制与人体运动的关系，然后将结果应用于运动器材、运动装备、运动环境等的设计与开发上，以配合与优化人的运动达到安全、健康、舒适及提高运动成绩的目的。

#### （四）预防运动损伤

预防运动损伤是生物力学研究的一大基本任务，也是当代运动医学研究的热点，从运动损伤发生的机制（如组织器官生物力学基础研究），到运动损伤检测与研究方法（如活体器官的受力与施力检测），相关应用研究越来越普及与深入。由于各国政府对医疗与健康研究的重视，特别是欧美等发达国家，一些生物力学实验室也逐渐从与竞技运动相关的研究向运动与健康促进的生物力学研究转型，例如，著名的德国科隆体育大学运动生物力学研究所已改名为生物力学与骨科研究所。

运动生物力学是探讨作用于人体上的力及力的作用效果的一门科学 (Hay, 1993)。力一方面是人体运动的动力，另一方面对人体及其器官而言也是一种负荷，当力接近或超越人体器官的承受能力时，就会造成急性或慢性损伤。针对这种负荷进行检测、分析，从中而找出运动损伤发生的机制，这是运动生物力学一项具有挑战性的任务。在了解运动损伤发生机制的基础上，可以通过多种途径来预防运动损伤。例如，通过改善不合理的运动技术，通过训练改善神经肌肉系统功能（肌力、爆发力、反应等）和强化运动器官承受力量的能力以及改善与研发运动装备，从而达到预防运动损伤的目的。

德国的高尔霍费教授 (Gollhofer, 2004) 做了一个非常有趣的实验。他发现当人体站立脚下踏板突然塌陷时，踝关节所受到外力干扰产生内翻动作的时间极短，人体的神经肌肉系统对此根本来不及做出主动反应来避免过度内翻引起的运动损伤的发生。但是，通过运动感觉训练 (sensorimotor training) 并配合快速力量（爆发力）的训练，这一反应时间以及肌肉的发力率 (rate of force development) 可明显地提高，这对于预防运动损伤具有重要的理论与训练指导意义。



## (五) 运动康复与健康促进

运动损伤的康复需要多学科的配合,从运动生物力学角度而言,力学原理是损伤及其康复研究中的重点。由于大多数损伤有其力学的原因,力及相关因素(如能量)是决定损伤的产生和严重程度的基本要素(Zatsiorsky, 2000)。损伤的性质和康复治疗有赖于生物学、运动手段和力学的综合知识,而运动生物力学恰恰能够很好地提供完整的视角,运动生物力学的研究包括了损伤的原因与治疗、康复以及健康促进有关的问题,其研究任务是:(1)减轻损伤的负面影响;(2)使运动员最大程度地发挥运动能力;(3)改善或恢复患者的正常运动功能。

运动生物力学的研究还表明关节周围的小肌肉群对于稳定关节、减少冲击力和负荷具有重要的作用,据此可通过小肌肉群的训练来达到运动损伤的预防和康复的目的。关节周围的小肌肉群跨过单个关节产生力,大肌肉跨过多个关节产生力。关节的运动需要这两种肌群的共同作用。小肌肉稳定关节、减少受力和冲击,使大肌肉更有效地控制关节的动作,对抗由于跑、跳、投、踢等运动所受到的外部冲击力而导致的身体晃动,以维持身体平衡。

当今训练小肌肉群的运动器械越来越广泛,开始有更多的教练员、运动员、体育爱好者认识到小肌肉群在运动中的重要性,在训练中注重小肌肉群的力量、柔韧性、耐力的练习,以此提高运动员神经肌肉系统的本体感觉,改善小肌肉群的功能,达到预防损伤的目的。

加拿大卡尔加里(Calgary)大学尼格(Nigg)教授为代表的研究团队,在根据小肌肉群的功能和运动方式研究的基础上,针对不稳定的运动鞋(Unstable Shoe)对于运动系统和关节痛的影响进行研究发现,“不稳定”结构的运动鞋能够减轻膝关节炎患者的疼痛,约25%的患者在穿着“不稳定”结构的运动鞋后三个月内其主观的疼痛会减轻。同时,针对高尔夫运动的研究也发现,穿着“不稳定”结构的运动鞋并没有对运动员的表现产生负面影响,相反超过40%的人其下背痛症状明显减小(Wakeling & Nigg, 2001, 2002, 2003; Nigg et al, 2004)。由此可见,针对小肌肉群的研究和训练方式的探索亦逐渐成为运动损伤和防护的新契机。

从20世纪90年代开始,运动生物力学对鞋的研究已从专注于脚的被动受力转向“运动鞋的适脚性及舒适性”的更高层次及“不稳定的运动鞋”的研究(Nigg, et al., 1995; Shorten, 2000; Nigg, 2004)。国际上各大知名运动装备公司引入了“人类最好的鞋即是脚”的设计理念,先后推出充气运动鞋系列、减



震气垫系列、跑步舒适系列等，有效地减少了运动（尤其是跑步）对下肢的冲击性损伤等，如果胫骨疼痛症候群或疲劳性骨折，踝关节膝关节的损伤等，从而引领和促进了普通大众的运动与健康。从以上情况既可看出运动生物力学在健身装备领域的应用成果，也可看到运动生物力学技术对健康促进的作用。



### 学习与思考

1. 你如何理解运动生物力学在运动能力的提高和运动损伤的预防中所起的作用。
2. 你如何认识运动生物力学在运动康复中的应用前景。

## 三、运动生物力学的课程内容及研究方法

### （一）运动生物力学的研究方法

运动生物力学是应用力学的原理和方法研究人体机械运动原理和规律的一门科学。它的研究方法可分为测量方法和分析方法两部分，其中测量方法可以分为：运动学测量（Kinemetry）、动力学测量（Dynamometry）、人体测量（Anthropometry）以及肌电图的测量（Electromyography, EMG）。运动学测量的参数主要包括肢体的（角）位移、（角）速度、（角）加速度等。动力学的测量参数主要界定在力的测量方面。人体测量是用来测量人体环节的长度、围度及惯性参数（如质量、转动惯量）。肌电图测量实际上是测量肌肉收缩时的神经支配特性（Winter, 2005）。利用这些测量方法并将其测量结果进行分析整理，以建立它们之间关系的方法又称为分析方法。由于目前研究方法的限制，很难使用直接的方法测量控制人体运动的内力（包括关节间的作用力，单一肌肉力量等）与内力矩，所以目前要想知道有关人体运动过程中的内力与内力矩，使用最多的方法还是力学模型的方法（Modeling Method），它是利用建立肢体运动的生物力学模型来计算、评估引起人体运动的内力与内力矩。

### （二）运动生物力学的课程内容

运动生物力学是生物力学的一个分支。它的研究内容相当广泛。目前，国际上运动生物力学在基础研究、理论研究和应用研究三个不同方面取得了丰硕的成果。运动生物力学作为体育学院的专业基础理论课程，教学的基本要求包括下列内容：





## 1. 运动生物力学概论

阐明什么是运动生物力学及其研究的主要任务和教学的基本内容,使学生了解学习运动生物力学对运动理论的研究与实践具有重要的指导意义,明确学习的目的、任务;介绍运动生物力学的发展简史,使学生了解本学科的沿革和未来的前景,激发学生为发展我国的运动生物力学而努力学习。

## 2. 人体运动实用力学基础

运动生物力学以力学理论为基础去研究人体机械运动的规律。运动中人体的位移是属于宏观低速的运动,研究各种动作技术原理主要是从实用出发,应用牛顿力学基本定律来解释人体运动和变化的原因。因此,人体运动的运动学、动力学、静力学和流体力学的基本定律是运动生物力学的基础知识。结合各种动作实例来解释和应用力学知识是本课程的主要内容。

## 3. 骨、关节、肌肉及人体基本活动的生物力学

人体形态结构与机能的一致性研究人体运动的基本观点。运动生物力学对体育运动中的动作技术主要是宏观地描述整体和环节的相对运动。教学中主要讲授骨杠杆原理、肌肉结构的力学模型、肌肉收缩的力学特性和功能关系、关节的运动以及人体及各环节运动的基本形式和力学原理,使学生了解人体结构和机能本身的运动生物力学特征。

## 4. 人体运动数据采集和处理

运动生物力学研究涉及多学科的理论和方法,采集各种生物力学参数和变量的手段,已广泛地应用了物理学的先进测试手段和电脑技术。因此,生物力学研究方法和测量手段本身已成为一门学科,它随着现代科学技术的进步而不断发展。在本课程教学中,主要讲述从事运动生物力学研究的基本过程和收集、整理材料的基本方法;介绍常规的运动学和动力学测试手段,如拍摄分析影片的基本要求,影片的解析原理,三维测力系统的应用演示等;要求学生掌握人体重心测定方法,以及利用连续电影图片绘制动作单线图、速度和加速度曲线的操作方法,人体转动惯量的测量和走、跑、跳等动作的地面反作用力测量与分析等;生物信号(肌电图)的测量与分析也应在教学中加以初步介绍。

## 5. 动作技术的生物力学分析

运动生物力学是一门应用科学,它主要是研究完成体育动作的力学原理和规