

# 运动生理生化 及相关理论分析与应用

YUNDONG SHENGLI SHENGHUA  
JI XIANGGUAN LILUN FENXI YU YINGYONG

李芳成 著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 运动生理生化

## 及相关理论分析与应用

李芳成 著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书重点对运动生理学及运动生物化学的相关理论及应用展开研究,在相关理论研究中主要内容有运动生理学、运动生物化学的研究进展、运动与人体各系统以及与人体新陈代谢的关系。在应用研究中重点分析了这两个学科在运动疲劳恢复、有氧与无氧运动、不同人群体育锻炼、提高人体运动能力以及提高人体身体素质等多方面中的实践应用。本书有利于加强与完善对运动生理生化的全面研究,使其在体育运动锻炼及训练中得到更加充分的运用。

## 图书在版编目(CIP)数据

运动生理生化及相关理论分析与应用 / 李芳成著

— 北京:中国水利水电出版社,2016.7

ISBN 978-7-5170-4507-6

I. ①运… II. ①李… III. ①运动生理学②运动生物化学 IV. ①G804

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第149359号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:陈洁 封面设计:崔蕾

书 名	运动生理生化及相关理论分析与应用
作 者	李芳成 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京厚诚则铭印刷科技有限公司
印 刷	三河市佳星印装有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 17.25印张 224千字
版 次	2016年7月第1版 2016年7月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	52.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

运动是人们通过身体锻炼、技战术练习、竞技比赛等方式来提高身体素质水平、丰富文化生活、改善生活方式、提高竞技水平的社会性活动。现代社会存在着激烈的竞争,不管是普通的运动爱好者还是运动员都面临着来自各方面的压力,在这样的社会环境下,他们迫切希望能够拥有良好的身体素质和竞技水平,因此科学遵循人体的生长发育规律和身体的活动规律进行运动和训练成为运动爱好者及运动员关注的热点,而运动生理学和运动生物化学恰好能为科学健身及运动训练提供系统的理论指导。

运动生理学是从实用运动生理的角度对人体在体育运动的影响下机能活动变化规律进行研究的科学,是体育科学基础理论的应用学科。此外,运动能力的外在表现都有着坚实的内在物质基础,而运动生物化学正是探究其中物质变化奥秘的新兴学科。将运动生理学 with 运动生物化学相结合对体育运动进行综合而系统地研究能够为运动者在运动过程中了解人体机能活动与变化的规律以及运动技能形成和发展的生理学规律提供理论基础,能够使运动者更加清晰地了解如何通过身体锻炼增强体质与运动能力,能够在实践应用中为不同人群的科学锻炼与运动训练提供科学的指导。基于此,特撰写《运动生理生化及相关理论分析与应用》一书,以提高人们对运动生理学及生物化学相关理论的认识,从而使这两个学科能够在人们的体育锻炼及运动训练实践中得到更好的应用。

本章共分八章,第一章是运动生理、生物化学的研究进展,在阐述运动生理学、运动生物化学学科知识的基础上对这两个学科的研究进展进行了分析。第二章是运动与人体各系统之间的关

系,主要分析了运动与肌肉活动、呼吸系统、神经系统、氧运输系统以及内分泌系统之间的关系。第三章是运动与人体的新陈代谢,在简要阐述新陈代谢的基础上分析了运动与物质代谢及能量代谢之间的关系。第四章是运动疲劳与恢复的生理生化分析,主要内容包括运动疲劳产生的机制、分类与判断、运动疲劳与恢复的生化特点、疲劳恢复过程及措施。第五章是人体的有氧与无氧运动及训练,首先阐述了需氧量与过量氧耗的基本知识,然后分别分析并研究了有氧运动能力与无氧运动能力的生理基础与训练。第六章是不同人群体育锻炼的生理生化特点与评定,本章涉及的人群主要包括儿童少年、中老年以及女性。第七章是提高人体运动能力的生化分析,重点对影响人体运动能力的生化因素、提高人体代谢能力的生化理论以及提高人体运动能力的物质手段进行了全面地分析。第八章是人体体能素质的提高与运动处方的制定,首先简要分析了体能素质的基本知识,然后对体能素质训练的基本方法进行了阐述,最后提出提高人体体能素质的运动处方。

本书以运动生理学与运动生物化学的相关理论知识为指导,指出了体育运动的生理规律性,科学性强;突出了运动过程与生理学、生物化学知识应用的逻辑关系,结构清晰;对不同人群的体育锻炼进行了生理生化分析,有利于指导其进行针对性的锻炼,应用性强。总之,本书对于提高运动生理生化的理论研究水平与实践应用水平具有举足轻重的意义。

本书在撰写过程中,参考借鉴了相关学者的学术资料和研究成果,在此表示衷心的感谢。由于作者水平和精力所限,书中难免存在遗漏不妥之处,敬请专家和读者批评指正。

作者

2016年4月

# 目 录

## 前言

第一章 运动生理、生物化学的研究进展 .....	1
第一节 运动生理、生物化学学科概述 .....	1
第二节 运动生理学的研究进展 .....	28
第三节 运动生物化学的研究进展 .....	30
第二章 运动与人体各系统之间的关系 .....	32
第一节 运动与肌肉活动 .....	32
第二节 运动与呼吸系统 .....	39
第三节 运动与神经系统 .....	49
第四节 运动与氧运输系统 .....	52
第五节 运动与内分泌系统 .....	56
第三章 运动与人体的新陈代谢 .....	70
第一节 新陈代谢概述 .....	70
第二节 运动与物质代谢 .....	71
第三节 运动与能量代谢 .....	85
第四章 运动疲劳与恢复的生理生化分析 .....	100
第一节 运动疲劳产生的机制 .....	100
第二节 运动疲劳的分类与判断 .....	112
第三节 运动疲劳与恢复的生化特点 .....	119
第四节 运动疲劳的恢复过程及措施 .....	125
第五章 人体的有氧与无氧运动及训练 .....	132
第一节 需氧量与过量氧耗 .....	132
第二节 有氧运动能力的生理基础与训练 .....	136
第三节 无氧运动能力的生理基础与训练 .....	155

<b>第六章 不同人群体育锻炼的生理生化特点与评定</b> .....	162
第一节 儿童少年体育锻炼的生理生化特点与评定 ..	162
第二节 中老年人体育锻炼的生理生化特点与评定 ..	174
第三节 女性体育锻炼的生理生化特点与评定 .....	188
<b>第七章 提高人体运动能力的生化分析</b> .....	201
第一节 影响人体运动能力的生化因素分析 .....	201
第二节 提高人体代谢能力的生化分析 .....	213
第三节 提高人体运动能力的物质手段分析 .....	222
<b>第八章 人体体能素质的提高与运动处方的制定</b> .....	235
第一节 体能素质概述 .....	235
第二节 体能素质训练的基本方法 .....	236
第三节 提高人体体能素质的运动处方 .....	264
<b>参考文献</b> .....	269

# 第一章 运动生理、生物化学的研究进展

运动生理学和运动生物化学是与体育运动及训练有着密切联系的基础学科。通过从生理学、生物化学的角度来对运动人体进行科学化研究,使运动更加规范化、科学化。本章就运动生理、生物化学的研究进展展开论述。

## 第一节 运动生理、生物化学学科概述

### 一、运动生理学学科概述

运动生理学是以生理学理论为基础的一门应用学科,以安静、急性及慢性运动状态下机体的功能特点为研究对象。运动生理学的任务就是要研究运动状态和运动相关的特殊环境下这些生理功能的发生机制、发生条件以及机体所处的内在环境的各种变化对其的影响,掌握功能变化的规律。

#### (一)运动生理学的起源

运动生理学最早起源于人体解剖学和人体生理学。在古希腊时期就有关于人体形态结构与机能的研究记载,16世纪人们开始对人体形态机能进行系统科学研究,并且与人体生理学相比,人体解剖学研究要更早一些。Andreas Vesalius所编写的《人体结构》(Structure of Human Body)于1543年出版,这是人类历史上第一本关于人体解剖学的著作。这本书既对人体各个器官的



组成等解剖学基本知识进行了介绍,同时也从生理学的角度对人体的许多功能进行了解释。可以说,这本书的出版标志着人类开启了现代人体解剖学研究的大门,同时也打开了现代人体生理学领域研究的大门。

由于早期受到了研究设备和研究条件的限制,所以在开始阶段并没有进行更为深入的研究。例如,就对肌肉的研究来看,在当时只是对肌肉的体积和形态进行了研究,而并没有对肌肉力量如何产生、肌肉如何进行收缩等问题做出解释。1660年丹麦科学家 Anton Xan Leeuwenhoek 发明了显微镜,通过借助显微镜人们可以观察到肌肉组织的单个肌纤维形态。20世纪中叶,Huxley 等提出了肌肉收缩的滑动学说。电子显微镜的应用,使人们清楚地观察到肌节、Z线以及肌纤维中的粗肌微丝和细肌微丝,同时也可以证实运动训练可导致肌肉超微结构发生损伤性变化。

### (二)国际运动生理学的发展

虽然运动生理学与其他学科相比是一门较为年轻的学科,但在体育科学中,它又是发展相对较早的学科。19世纪体育运动已在西方国家广泛开展,但没有运动对人体形态与机能影响的研究报道。在19世纪中叶以前,人体运动的生理学特征等问题根本没人关注。到了19世纪后期,有关肌肉活动时的能量供应问题引起了科学家的关注,1889年法国的 Fernand LaGrange 出版了第一本运动生理学的教科书,书名为《人体运动生理学》(Physiology of Bodily Exercise),可视为运动生理学的研究起源。

#### 1. 哈佛疲劳实验室

世界著名的化学专家 Lawrence J. Henderson 在1927年创建了哈佛疲劳实验室(Harvard Fatigue Laboratory, HFL),这是世界上第一个专门从事运动生理学的实验室,该实验室在现代运动生理学的发展过程中起到了非常重要的作用。Henderson 早期就意识到人体运动过程中生理机能变化特点的重要性,特别是

环境因素(热环境、高原环境)对人体运动能力的影响。Henderson 提议,委托斯坦福大学的年轻化学专家 David Bruce Dill 作为实验室主任领导实验室的工作。在经历了 20 年的研究后,由于第二次世界大战爆发,需要重新组建军事实验室,哈佛疲劳实验室关闭。在这期间,哈佛疲劳实验室培养了来自 15 个国家的学者,这些学者回到各自国家后又相继建成了自己国家的运动生理学实验室,成为 20 世纪 50—60 年代世界运动生理学的领头人物和著名学者,为世界运动生理学的发展做出了重要贡献。

哈佛疲劳实验室的研究领域主要涉及了高原环境下和耐力性运动中的人体生理学特征;最大摄氧量的测定;运动过程中的气体分析;各个年龄段的最大摄氧量和最大心率变化的特征。

### 2. 斯堪的纳维亚医学研究

斯堪的纳维亚在运动生理学的发展过程中也起到了重要作用,20 世纪 30 年代在哈佛疲劳实验室从事研究的三名丹麦生理学者 Erik Hohwu-Chreitensen, Erling Asmussen, Maris Nielsen 回到斯堪的纳维亚后,他们分别开辟了各自的研究领域。Asmussen, Maris Nielsen 成为哥本哈根大学的教授。Asmussen 从事肌肉收缩生物力学特征的研究, Nielsen 重点研究运动过程的身体温度控制。1941 年 Erik Hohwu-Chreitensen 到斯德哥尔摩,成为体育学院的第一位生理学教授。20 世纪 30 年代他和 Ole Hansen 发表了一系列有关运动过程中碳水化合物和脂肪代谢方面的文章,被认为是首次、也是最重要的运动营养学方面的研究成果,至今仍然被许多研究所引用。特别应该提到的是 Erik Hohwu-Chreitensen 将 P. O. Astrand 引入到运动生理学研究领域,后者在现代运动生理学的发展过程中起到了至关重要的作用。

P. O. Astrand 在 20 世纪 50—60 年代在生理学方面做了大量的研究工作,培养了像 Bengtaltin 等一大批高水平运动生理学人才,在国际运动生理学界享有盛誉, Astrand 曾多次来我国讲

学,他的运动生理学专著被翻译成中文作为研究生教材,受到国内同行的好评。

20 世纪以来,一批有影响的人物在运动生理学发展过程中起到了至关重要的作用,主要有苏联的克列斯托夫柯甫,芬兰的 Komi,瑞典的 Astrand、Saltin,加拿大的 Green,英国的 Hill(诺贝尔奖获得者),美国的 Costill、Gollnick、Amstrong,美国的 Mckenzie,日本的吉田章信,日本的猪饲道夫,苏联的雅可甫列夫等。

### (三)中国运动生理学的发展

我国运动生理学研究虽起步晚,但发展速度较快。其发展应该追溯到由程瀚章编写的《运动生理》(1924 年版)时,在这本教材中按人体的各功能、系统逐一阐述了运动对人体生理功能的作用和作用机制,并在与运动关系密切的各器官和系统如心脏、呼吸、骨、关节、肌肉、神经等用了较大篇幅进行叙述。我国著名生理学家蔡翘编著了第一部运动生理学于 1940 年问世,这本书的出版则巩固了运动生理学作为一门独立学科的地位。

北京体育学院(现改名为北京体育大学)在 1954 年首次招收运动生理学研究生,成为最早培养运动生理学师资和科研人员的基地。国家体委科学研究所于 1958 年正式成立,与此同时,各大体育院校也都相继成立了运动生理学教研室。这些都说明运动生理学在我国已成为重要的研究领域。此后,我国的运动生理学研究得到了蓬勃发展。

20 世纪 70 年代末,我国自己开始招收并培养运动生理学硕士研究生,1987 年我国首次招收运动生理学博士学位研究生,这也是我国体育科学首次招收博士研究生的专业。

从目前来看,我国各省市都成立了体育科学研究所,运动生理学是各研究所重要的研究领域,运动生理学专业技术人才在优秀运动员科技攻关与服务、全民健身理论与方法研究中均发挥重要作用,并已经取得显著效果。

在我国运动生理学中比较具有影响力的人物王义润教授,她

作为我国运动生理学界的创始人指导并培养了一大批高水平运动生理学专业人才,是我国首位运动生理学博士研究生、也是我国首位体育学博士研究生导师,为我国运动生理学的发展做出了突出贡献。陈家琦教授作为我国运动生理学界德高望重的专家,长期从事运动生理学教学、研究工作,特别是在运动与气体代谢方面取得了显著成果。

#### (四)运动生理学研究相关知识

##### 1. 运动生理学研究的三个水平

研究机体运动机制需要从不同层次提出问题而研究,可分别从三个水平进行详解。

##### (1)细胞和分子机制的研究

运动的物质基础是机体,而构成机体最基本的结构和功能单位是各种细胞。器官的功能与组成该器官的细胞特性密不可分,如骨骼肌的功能与骨骼肌细胞特性之间的关系、内外分泌腺体的功能与腺细胞特性之间的关系密不可分。在细胞水平上,其功能特性又取决于构成细胞内的物理化学特性,特别是大分子的物理化学特性。心脏这一器官的功能之所以能够得到维持,是由于心肌细胞中的蛋白质分子在离子浓度变化和酶作用下,细胞内大分子变化而发生的兴奋性变化(如收缩或舒张、兴奋性的传导)。这种对心脏功能在心肌细胞和生物大分子水平上进行的研究即细胞、分子水平的研究。

##### (2)机体内各器官和系统的研究

这方面的研究着重于阐明器官和系统对于运动状态下机体的作用、活动规律及其活动受到控制的各类因素。血液循环系统的基础是心脏、血管及淋巴系统,器官和系统的研究需要阐明的则是心脏各部分如何协同运动、射血功能、血管特点、血液流动的动力和阻力、心血管活动的调节等规律。这类研究的着重点在于对完整的心脏、血管和循环系统进行观察,因此称为器官和系统

水平的研究。

### (3)整体分析相关关系与影响

整体分析并探索机体内各个器官、系统的相互联系和相互影响、机体与内外环境之间相互联系和相互影响。机体的整个生理活动并不等于心、肺、肾等器官水平生理功能的简单总和,而体现为各种生理功能之间相互联系、相互制约,完整而协调的过程。机体的生理活动还具有个体特点,且随着个体生活条件的变异而不断变化发展着。完整机体内心脏搏动的频率(心肌的自律性)和力量(收缩和舒张力)受体内外环境、健康状况及情绪等因素的影响。在这里研究的对象是整个机体,因此称为整体水平研究。

总之,机体安静及运动状态下,其生理功能虽然以细胞和分子特性为基础,遵循物理化学的规律,但其特点表现为既有细胞和分子水平的研究和科学规律,还有器官、系统和整体水平的研究和科学规律。因此在学习运动生理学时,全面地理解某一运动功能的机制,必须从细胞和分子、器官和系统以及整体三个水平进行把握。

## 2. 运动生理学的研究对象

作为人体生理学的重要分支之一,运动生理学的研究对象是人。人体生理学主要是对人体机能活动规律进行研究的科学;运动生理学是对人体在体育活动中身体机能变化的规律进行研究的科学。

通常来说,运动生理学主要的研究对象主要是通过三个水平来进行的,即人体整体、器官和系统、细胞和分子。

### (1)整体水平研究

所谓的整体水平研究是指从整体水平的角度研究人体在一定的环境条件下运动时,人体各系统、器官之间的相互关系以及人体各系统、器官对运动的反应和适应过程,如研究人体运动时肌肉工作能力、心血管系统的机能、呼吸系统的机能、内分泌机能物质和能量代谢等的变化以及它们对运动的适应程度等。

### (2) 器官、系统水平研究

人体运动时整体机能的表现,是建立在各器官、系统机能活动密切协调配合的基础之上。因此,探讨人体运动时的机能变化,必须对各器官系统的机能进行研究,如运动时心血管系统的机能会发生较大的变化,表现为心率、血压、心输出量升高。对引起这些指标升高的因素和变化特点的研究,就是器官、系统水平研究。

### (3) 细胞、分子水平研究

细胞和分子是器官、系统组成的基本单位。每个细胞的生理功能又依赖于构成细胞的生物分子器官,各器官、系统的生理机能则取决于一些具有特殊功能的细胞群。细胞、分子水平的研究主要是研究运动时细胞内各亚微结构的机能以及生物分子的特殊理化变化过程。有关运动时骨骼肌超微结构变化,收缩蛋白的结构和代谢水平变化,线粒体、生物膜、酶系统等机能的变化,就属于细胞、分子水平的研究。

上述三个层次的研究既有区别又紧密相关。细胞和分子水平的研究,有助于揭示生命现象的最本质的基本规律,并对理解其他层次的生理活动过程具有普遍的指导意义;器官和系统水平的研究,有助于把复杂的整体生命活动化整为零地分别进行研究,从而更加准确、方便地把握机体的生命活动规律;对这两个层次的研究和分析,都是为了能更准确地理解整体活动规律。但是,整体生理活动规律并不等于组成人体各器官、组织、细胞生理功能的简单总和。所以,要全面地理解某一生理机能,必须在三个层面的基础上进行分析、综合。

## 3. 运动生理学研究领域

### (1) 运动对人体生理机能的影响

很多的实验研究证实,运动可以提高人体机能,还可以增加肌肉体积和肌肉力量,有训练的运动员肌肉力量明显高于一般人,优秀男子健美运动员肌肉发达,充分显示了人体形态的阳刚

之气。

经常运动的人肺通气量、肺容量显著高于不运动者,不仅最大摄氧量绝对值和相对值大,而且在运动过程中动用最大摄氧量的能力强,最大摄氧量的利用率高,可以保证机体长时间从事运动,并在比赛中创造优异成绩。

经常参加运动锻炼对于提高心血管功能非常有利,虽然早期发现运动员出现心动徐缓、心脏体积增大现象,而被误认为病理性变化,但随后证实这种心脏形态、机能性改变为生理性适应变化,运动可以增加血液中高密度脂蛋白含量,降低低密度脂蛋白含量而降低血粘度,预防心血管疾病的发生。

### (2)运动对提高人体健康水平的生理学机制的研究

一些实验证明,运动能够提高人体机能水平,运动生理学研究将进一步揭示运动提高身体健康的生理学基础,以便为科学地从事运动提供理论依据。

运动与免疫学机能是近年来运动生理学十分活跃的研究领域,其研究内容主要包括运动员安静状态下的免疫机能、大运动量训练后的免疫学机能变化和运动对机体免疫学功能的影响等方面。事实表明,运动对人体免疫功能的影响是非常复杂的,这种复杂性不仅表现在免疫学功能本身受众多因素的影响,更在于运动本身的多样性和复杂性。

运动是控制体重最有效的方法之一,体力活动通过增加热能消耗对能量代谢产生的积极影响,限制能量摄入与有氧运动结合,是最佳减肥方案。坚持长时间的耐力运动可以减少多余脂肪的累积,而抗阻力练习加有氧运动有助于瘦体重和静息代谢率的提高。运动可以通过中枢调定点机制和神经内分泌机制,发挥控制体重的作用。

此外,运动对预防骨质疏松、提高心肺功能、抗衰老等方面也具有非常重要的作用。

### (3)运动训练提高人体运动成绩的生理学依据

随着竞技运动的迅速发展,运动生理学的作用也越来越重



要,它可以有效提高运动训练水平和科学的评定运动员的功能状况。

运动训练的生理学评定已经成为我国运动生理学研究的重要特色,在运动员的训练过程中,通过心率、肺功能、血红蛋白等生理学指标科学地评价运动员的身体机能,诊断运动性疲劳、促进运动能力恢复,以便提高训练效果,为运动实践服务。

对于耐力运动员来说,最大摄氧量直接影响了他们的运动水平发挥。20世纪80年代,学者们在最大摄氧量的直接和间接测定方法、影响最大摄氧量的生理学因素、最大摄氧量在训练中的应用等方面进行了卓有成效的工作,同时采用相关的无氧阈、通气阈和个体乳酸阈等指标用于耐力训练,使训练科学化水平不断提高。

运动生理学工作者在运动延迟性肌肉酸痛和运动性肌肉微损伤、骨骼肌肉纤维类型与运动训练、运动性心脏肥大与心血管机能适应、运动应激与免疫机能反应、无氧耐力和有氧耐力的生理学基础、运动与内分泌机能等也做了大量工作。

#### 4. 运动生理学研究热点

##### (1) 运动科学选材

20世纪50年代,生命科学因DNA双螺旋结构模型的发现而发生了根本变化,也为运动科学选材提供了新的思路,DNA技术的引入极大地推动这一领域的研究向前发展,优秀运动员特异的DNA片段将成为21世纪运动选材的重要依据。

##### (2) 身体机能评定

在采用生物技术深入研究疲劳机制的同时,评定身体机能状态的指标将更趋向于简单实用。血液指标仍然是评定身体机能的重要参数;唾液、尿液等无创伤性方法是评定身体机能的发展方向;遥测技术以及数字化技术将会使身体机能评定更加简便、科学和准确。

##### (3) 运动性疲劳机制与身体机能恢复

运用高新技术探讨运动性疲劳产生机制仍然是今后运动生



理学的重点研究领域。研究者将继续从整体、器官、细胞和分子水平探讨不同运动项目的疲劳机制和疲劳特征;中枢疲劳研究在新世纪将会有新的进展,神经分子生物学的应用将揭开中枢疲劳的“黑箱”秘密。对兴奋剂的严厉处罚将会使人们更加重视消除疲劳和加速身体机能恢复的生理学研究。根据不同项目疲劳产生原因,有针对性地采用生理学手段消除运动性疲劳的研究将会大有作为。

#### (4) 体育健身理论与方法

新世纪,人们更加注重生活质量,体育锻炼将成为提高大众健康水平的重要手段,因此运动与免疫机能、运动与抗衰老、运动与身体成分、运动与心血管疾病、糖尿病等慢性病的研究将在运动生理研究中占有重要位置。

#### (5) 骨骼肌机能

骨骼肌运动能力及代谢特征是运动生理学的研究起源,20世纪后期更进一步证明骨骼肌在提高运动成绩中起着举足轻重的作用。在新世纪,肌肉力量训练的内分泌调节、核磁共振无损测定肌肉代谢、骨骼肌微损伤及适应、运动过程中肌细胞的血液供应等研究依然是运动生理学的研究热点。

### 5. 运动生理学的任务

运动生理学是通过专门对人体短期运动反应和长期运动的适应规律的研究,为体育教学和运动训练提供生理科学依据,对运动实践有着重要的指导意义。其具体的任务有以下几个方面。

(1) 在正确认识人体机能活动基本规律的基础上,对体育运动影响人体机能产生的适应性变化的生物规律和生理机制进行进一步的研究。

(2) 掌握体育教学和运动训练的一些基本生理原理,特别是不同年龄、性别特征与体育运动的关系,为科学地进行体育教学和运动训练提供生理依据。

(3) 初步掌握评定人体机能能力的基本原则和依据、人体机