

中学教师《专业合格证书》体育教材

# 运动生理学

YUNDONG SHENGLIXUE

北京师范大学出版社

中学教师《专业合格证书》教材

# 运动生理学

邓树勋 主编

北京师范大学出版社

**中学教师《专业合格证书》教材**  
**运 动 生 理 学**  
邓树勋 主编

北京师范大学出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
北京通县联华印刷厂印刷

---

开本, 787×1092 1/32 印张, 13.75 字数, 288  
1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷  
印数, 1—18 000

---

ISBN7-303-00001-1/G·2

统一书号: 7243·535 定价2.45元

## 说 明

《中共中央关于教育体制改革的决定》提出：“要争取在五年或者更长一点的时间内使绝大多数教师能够胜任教学工作。在此之后，只有具备合格学历或有考核合格证书的，才能担任教师。”为了贯彻落实这一要求，国家教育委员会决定建立中小学教师考核合格证书制度，并于1986年9月颁发了《中小学教师考核合格证书试行办法》。根据该《试行办法》的规定，我们已经组织编写出版了中小学教师《专业合格证书》文化专业知识考试各科教学大纲。现在，我们又按照教学大纲的基本要求，组织编写出版这套教材，供中小学教师参加《专业合格证书》文化专业知识考试用。这套教材包括：中等师范11门课程、高等师范专科14个专业的48门课程、高等师范本科12个专业的40门课程，以及公共教育学、心理学课程用书。

这套教材的编写力求具有科学性、系统性和思想性，并努力体现以下原则和要求：要有鲜明的师范性，紧密联系中小学教学的实际；要符合成人进修的特点，便于教师自学、自检。要使大多数教师经过努力可能达到规定的要求。

考核合格证书制度刚刚试行，尚缺少经验，加之这套教材出版时间仓促，难免存在一些问题。我们准备继续在实践中探索和研究，争取用几年的时间，建设一套适合我国中小

学在职教师进修的教材，希望全国师范教育工作者，尤其是从事在职中小学教师培训工作的同志为此共同努力。

这套教材在编写、出版和发行工作中，得到了各省、自治区、直辖市教育行政部门，许多师范院校、教育学院、教师进修学院和师资培训中心，许多专家和教师，以及有关出版社和教材发行部门的大力支持和帮助，在此，一并致谢。

国家教育委员会师范教育司

1987年6月1日

# 目 录

第一章 绪论	1
一、运动生理学研究对象、任务和方法	1
二、运动生理学与其它生物科学的关系	3
三、人体的基本生理特征	4
四、人体功能活动的调节	5
第二章 肌肉收缩	8
第一节 骨骼肌的结构与特性	9
一、肌肉的结构与肌纤维的细微结构	9
二、骨骼肌的特性	14
第二节 兴奋的产生与传导	17
一、静息膜电位	18
二、动作电位	19
三、兴奋的传播	21
第三节 肌肉收缩的原理	25
一、粗肌丝与细肌丝引起收缩时的相互作用	25
二、肌肉收缩的能量来源	26
第四节 肌肉收缩与做功	29
一、肌肉收缩的形式	29
二、肌肉做功的力学特点	33
第五节 慢肌纤维与快肌纤维	37
一、肌纤维的分类及特征	38
二、人类骨骼肌纤维类型的分配及其影响因素	39
三、肌纤维类型与运动能力	41
第三章 血液	45
第一节 概述	45

一、体液与内环境	45
二、血液的基本组成和特征	48
三、血液的主要机能	51
第二节 血浆	53
一、血浆的组成部分及其功能	53
二、血浆的理化特性	56
第三节 血细胞	62
一、红细胞	62
二、白细胞	63
三、血小板	65
第四节 血量与血型	68
一、血量	68
二、血型	70
第四章 血液循环	76
第一节 心脏生理	79
一、心脏的结构特点	79
二、心肌的特性	81
三、心动周期	86
四、心输出量	89
第二节 血管生理	92
一、动脉	92
二、毛细血管	100
三、静脉	101
第三节 心血管活动的调节	104
一、神经调节	104
二、体液调节	107
第四节 运动对心血管机能的影响	108
第五章 呼吸	114
第一节 肺通气	115

一、呼吸器官 .....	115
二、呼吸运动 .....	118
三、呼吸过程中肺内压与胸内压的变化 .....	120
四、肺容量与肺通气量 .....	124
第二节 气体交换与运输 .....	127
一、气体交换 .....	127
二、气体运输 .....	130
第三节 运动与呼吸 .....	135
一、运动时呼吸机能的变化 .....	135
二、运动中氧的供需 .....	136
第六章 消化与吸收 .....	143
第一节 食物的消化 .....	144
一、口腔内的消化 .....	145
二、胃内的消化 .....	145
三、小肠内的消化 .....	146
四、大肠的消化 .....	149
第二节 营养物质的吸收 .....	150
一、吸收的部位 .....	150
二、吸收的原理 .....	151
三、各种营养物质的吸收 .....	152
第三节 体育运动对消化机能的影响 .....	153
第七章 物质与能量代谢 .....	156
第一节 概述 .....	156
一、物质代谢与能量代谢的概念 .....	156
二、酶 .....	157
第二节 物质代谢 .....	158
一、糖类代谢 .....	158
二、脂肪代谢 .....	166

三、蛋白质代谢 .....	169
第三节 能量代谢 .....	171
一、能量代谢的测定 .....	171
二、基础代谢 .....	177
第四节 体温 .....	178
一、体温及其生理变动 .....	178
二、产热与散热过程 .....	179
三、体温调节 .....	181
第五节 运动时的能量供应 .....	182
一、运动时的能量供应过程 .....	182
二、人体内三种能量系统的特性 .....	184
三、能源理论及其应用 .....	186
第八章 肾脏的排泄 .....	194
第一节 肾脏的结构及血液循环特点 .....	195
一、肾脏的结构特点 .....	195
二、肾脏的血液循环特点 .....	197
第二节 尿液及其生成 .....	199
一、尿的成分与尿量 .....	199
二、尿的生成过程 .....	209
第三节 运动对尿成分的影响 .....	203
一、运动性蛋白尿 .....	203
二、运动性糖尿 .....	204
第九章 神经调节与体液调节 .....	207
第一节 神经元活动的一般规律 .....	208
一、神经元 .....	208
二、突触 .....	209
第二节 反射活动的一般规律 .....	212
一、反射与反射弧 .....	212

二、	中枢神经元的联系方式 .....	213
三、	反射弧中枢部分兴奋传布的特征 .....	214
四、	中枢抑制 .....	216
五、	反射活动的反馈调节 .....	217
第三节	大脑皮层兴奋与抑制的活动规律 .....	218
一、	兴奋和抑制过程的扩散和集中 .....	219
二、	兴奋与抑制过程的相互诱导 .....	219
第四节	中枢神经系统的感觉分析功能 .....	221
一、	感觉器官功能简述 .....	221
二、	感觉的传入途径 .....	233
三、	大脑皮层的感觉代表区 .....	234
第五节	中枢神经系统对躯体运动的调节 .....	236
一、	脊髓对躯体运动的调节 .....	236
二、	脑干对肌紧张和姿势的调节 .....	242
三、	小脑对躯体运动的调节 .....	246
四、	基底神经节对躯体运动的调节 .....	247
五、	大脑皮层对躯体运动的调节 .....	248
第六节	中枢神经系统对内脏活动的调节 .....	251
一、	植物性神经系统的结构和功能的特点 .....	251
二、	植物性神经系统的功能 .....	254
第七节	条件反射学说 .....	256
一、	非条件反射与条件反射 .....	257
二、	条件反射形成的生理机制 .....	258
三、	建立条件反射的条件 .....	260
四、	条件反射的抑制 .....	261
五、	人类条件反射的特征 .....	264
第八节	神经—体液调节 .....	267
一、	概述 .....	267
二、	主要内分泌腺及其激素的生理作用 .....	269

第十章 运动技能的形成 .....	279
第一节 运动技能形成的生理机制 .....	280
一、运动技能的反射本质 .....	280
二、随意运动必须在大脑皮层参与下完成 .....	281
三、大脑皮层与小脑相互作用的募集是运动技能形成的 重要机制 .....	281
四、运动技能是复杂的、链锁的本体感受性的运动条件 反射 .....	283
第二节 运动技能形成的过程 .....	286
第三节 影响运动技能形成和发展的因素 .....	291
第十一章 身体素质的生理学基础 .....	298
第一节 力量素质 .....	298
一、影响力量素质的生理因素 .....	299
二、影响力量训练效果的若干因素 .....	301
三、发展力量素质的若干生理原则 .....	303
四 几种力量训练方法的评价 .....	308
第二节 速度素质 .....	310
一、影响速度的生理因素 .....	311
二、速度素质的训练 .....	314
第三节 耐力素质 .....	315
一 影响有氧耐力的生理因素 .....	315
二 有氧耐力的训练 .....	320
三、无氧耐力的训练 .....	321
第四节 灵敏与柔韧素质 .....	322
一、灵敏素质 .....	322
二、柔韧素质 .....	323
第十二章 运动过程中人体功能变化的规律 .....	327
第一节 赛前状态和准备活动 .....	328

一、赛前状态 .....	328
二、准备活动 .....	331
第二节 进入工作状态和稳定状态 .....	334
一、进入工作状态 .....	334
二、稳定状态 .....	340
第三节 运动性疲劳 .....	341
一、运动性疲劳学说简介 .....	342
二、判断运动性疲劳的几种简易方法 .....	349
第四节 恢复过程 .....	351
一、能量物质恢复过程的一般规律 .....	352
二 人体内生理功能恢复过程的一般规律 .....	355
三 恢复过程的年龄特征 .....	356
四 促进恢复工作能力的主要措施 .....	357
第十三章 体育教学与训练的生理学基础 .....	364
第一节 体育教学与训练原则的生理学基础 .....	364
一 全面身体发展 .....	364
二、循序渐进 .....	367
三、区别对待 .....	368
第二节 体育教学与训练生理负荷量的分析 .....	369
一 学校体育课的适宜生理负荷量 .....	370
二 学校业余运动训练的适宜生理负荷量 .....	371
第三节 几种训练方法的生理学基础 .....	374
一 持续训练法 .....	374
二、重复训练法 .....	375
三、间歇训练法 .....	377
四、循环训练法 .....	378
五、比赛训练法 .....	379
第四节 体育教学与训练效果的生理学评定 .....	380
一、评定体育教学与训练效果的常用生理指标 .....	380

二、体育教学与训练效果的生理学评定方法 .....	386
<b>第十四章 儿童少年、女子解剖生理特点与体育运动</b> .....	<b>395</b>
<b>第一节 儿童少年生长发育的基本规律</b> .....	<b>395</b>
一、生长发育的一般规律 .....	396
二、影响生长发育的若干因素 .....	398
三、青春发育期 .....	399
<b>第二节 儿童少年解剖生理特点与体育锻炼</b> .....	<b>400</b>
一、运动系统 .....	400
二、氧运输系统 .....	404
三、供能系统 .....	408
四、神经系统 .....	411
<b>第三节 女子解剖生理特点与体育锻炼</b> .....	<b>412</b>
一、运动系统 .....	412
二、心血管系统 .....	414
三、呼吸系统 .....	414
四、月经周期与体育锻炼 .....	415
<b>第四节 身体素质发展的年龄特征</b> .....	<b>417</b>
一、力量素质的年龄特征 .....	417
二、速度素质的年龄特征 .....	420
三、耐力素质的年龄特征 .....	421
四、灵敏与柔韧素质的年龄特征 .....	421
五、身体素质发展的阶段性 .....	424

# 第一章 绪 论

## 提 要

本章简要介绍运动生理学的研究对象、任务和方法；运动生理学与其它生物科学的关系；人体的基本生理特征及人体功能活动的调节等知识。

运动生理学是人体生理学的一个分支，是体育教师科学地从事体育教学与运动训练的自然科学基础。人体生理学是研究正常人体机能活动的规律，运动生理学则是研究人体在体育活动中或是在长期系统的体育活动影响下人体生理功能发展变化的规律。是高师体育专业的重要基础理论课程。

### 一、运动生理学研究对象、任务和方法

运动生理学是以正常人体为研究对象，从整体水平、器官水平、细胞及分子水平研究人体各种生理功能在运动中的变化，以及在长期体育活动影响下生理功能的适应。它的任务是：在学习和掌握人体正常生理机能活动规律的基础上，进一步掌握在体育锻炼中及长期锻炼影响下人体生理功能的适应性变化及其规律；学习和掌握体育教学与运动训练的基本生理学原理；掌握年龄性别特征与体育教学训练的关系及评定人体功能能力的基本方法。为科学地组织体育教学和运

动训练提供科学依据。

生理学是一门实验科学，自从1628年威廉·哈维（william Harvey）提出著名的关于血液循环的研究报告开始，将动物实验的方法引进生理学研究领域，奠定了生理学的基础，使实验成为生理学研究的基本方法。运动生理学的研究对象是人。基本的研究方法是通过对人体的实验测定而获取人体各种生理功能发展变化规律的实验资料。但是，有时为了深入观察某种特定条件下运动引起的生理变化，可能会使实验对象造成一定的损伤，因此就需要利用动物进行实验观察。譬如从动物身上摘取局部组织器官进行离体观察；将动物去势造成雄激素缺乏，以研究雄激素对运动能力的影响等。

以人体作为对象的实验测定方法很多，归纳起来可分运动现场测定法和实验研究法两类。第一类是运动现场测定法。就是在运动现场直接对运动者在运动前、运动中及运动后恢复期的若干生理变化指标进行测定。这类方法的最大优点是所得结果符合运动现场的实际状况。随着实验仪器的进步，如采用心率遥测等，可直接获取运动中的心率变化，为了解人体在体育运动中的生理变化规律取得直接的资料。但这类方法也有不足之处，那就是运动现场研究环境条件的严格性受到一定限制，所得结果容易受到运动环境及运动者心理因素等的影响，使实验测定结果及分析的准确性受到一些影响。第二类是实验研究法。这类方法是在实验室条件下进行，事先按照一定的研究目的设计实验方案，让实验对象按照方案在实验室进行模拟实验性训练。训练可采用跑台、自行车功量计以及各种训练装置，观察实验训练对机体各种生理功能的影响。这类研究既可对同一实验对象进行纵向研究

观察，又可对不同年龄性别及训练水平的对象进行横向实验对比。这类方法的优点是研究的环境条件较严格、实验条件（训练方式、负荷强度时间等）容易控制，重复性好，所得结果较严格准确。但不足之处是受实验室设备条件的限制，不容易进行大规模实验测试。

随着现代科学技术的进步，运动生理学的实验手段和研究方法也有很大进展。如肌组织活检法、超微量分析技术、遥测技术等等在运动生理研究中的应用，使运动生理学的研究无论从深度和广度上都有较大进展。

## 二、运动生理学与其它生物科学的关系

运动生理学的学习，需要以人体解剖学及正常人体生理学的知识为基础。人体的机能和形态是密切联系的，要了解某一器官的生理功能及其在运动活动中的变化规律，先要对这一器官的形态结构特点有所了解。因此，掌握人体解剖学知识，是学好运动生理学的基础。

运动生物化学也是和运动生理学关系密切的学科，一方面，运动生物化学是在运动生理学的基础上发展起来的；另一方面，运动生物化学所阐明的运动时人体的生化变化规律，对讨论和阐明人体生理功能变化规律及机制有重要作用。

运动生理学也是运动生物力学、体育保健学、体育测量学等课程的基础。运动生理学中所阐明的人体在安静时和运动时功能变化的规律，以及在长期运动活动影响下产生的生物学适应，为各门后继课程应用这些知识打下了基础。如体育保健学的机能检查和评定、运动生物力学对运动时能量的供给及肌肉工作的力学条件、体育测量学中人体功能的测定与评价等，都须要运动生理学的基础知识。

同时,从运动生理学的发展看,和相关学科的相互渗透相互联系,也是运动生理学发展的特点与趋向。因此,解剖学、运动生物化学、体育保健学、运动生物力学、体育测量学等学科的发展,也必将进一步丰富运动生理学的内容,推动运动生理学的发展。

### 三、人体的基本生理特征

#### (一) 新陈代谢

新陈代谢是包括人体在内的一切生物体存在的最基本特征,是生物体不断地与周围环境进行物质与能量交换中实现自我更新的过程。一方面,生物体的细胞内部已衰老的组成成分和能源物质不断进行分解释放能量,以供机体生命活动的需要,并不断将分解产物排出体外;另一方面,又不断从外界环境中摄取营养,合成自身的组成成分和能源物质,使生物体细胞内部成分不断实现更新并贮存能量。组成人体的各种不同的细胞,一方面各自进行着新陈代谢;同时,从整体角度看,它们的活动又是相互联系,围绕着整个有机体的新陈代谢进行的。哪里有生命,哪里就有新陈代谢,新陈代谢一旦停止,生命也就终结。所以说,新陈代谢是生物体存在的最基本特征。

#### (二) 兴奋性

兴奋性是一切生物体所具有的特性,是生物体生存的必要条件。生物体生活在一定的外界环境中,当环境发生变化时,细胞、组织或机体内部的新陈代谢及外部的表现都将发生相应的改变,这种改变称为反应。各种能引起细胞、组织或机体发生反应的环境变化称为刺激。生物体对刺激发生反应的能力称为兴奋性。由于细胞在结构和功能上的分化,这