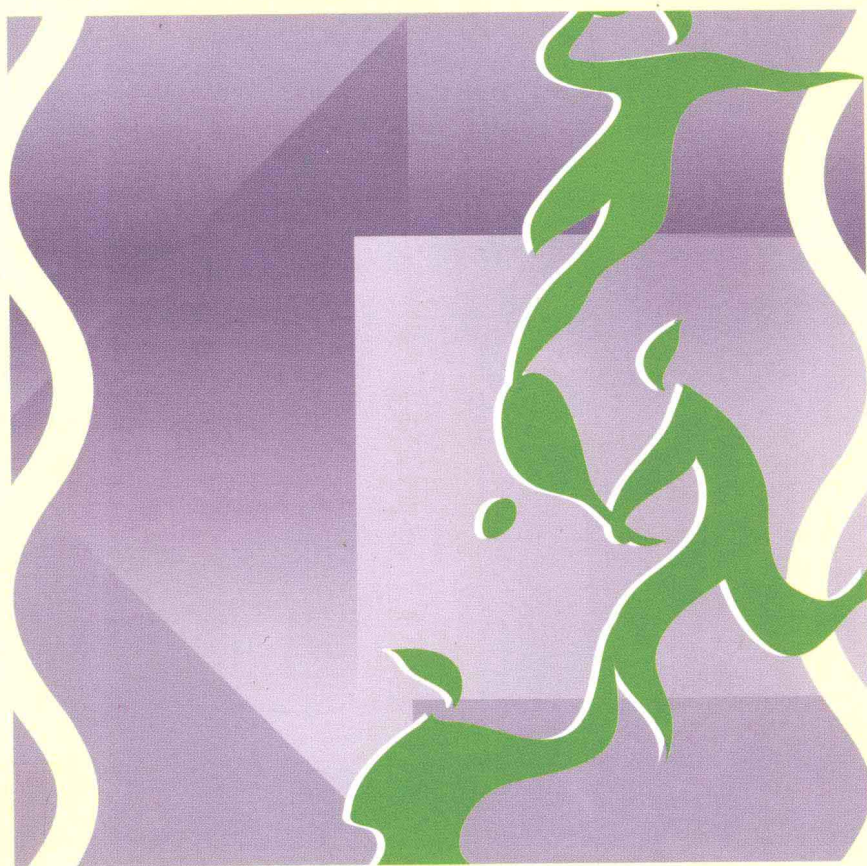


医学院校专业基础课程教材

医用 运动生理学

YIYONG YUNDONG SHENGLIXUE

主编 王 杨 张 林



中国医药科技出版社

医学院校专业基础课程教材

医用运动生理学

主编 王 杨 张 林

中国医药科技出版社

内 容 提 要

运动生理学是人体科学领域,特别是医学及相关专业的一门基础课程。该课程的主要任务是使学生学习并掌握机体在运动状态及动态环境下的正常生理功能特点,是生理科学领域的一门重要课程。

本教材从医学生理及人体运动科学两方面对正常人体的功能特点给予介绍。全书共 15 章。内容翔实、全面,编排合理、新颖。适合医学类院校的学生作为基础课程教材。

为达到学习中理论联系实际、学以致用在教学目的,本书在各章中适当的增加了应用例子,在章节的结尾列举了思考题以帮助学生理论联系实际进行思考。

图书在版编目(CIP)数据

医用运动生理学/王杨,张林主编. —北京:中国医药科技出版社,2010.10
医学院校专业基础课程教材
ISBN 978-7-5067-4788-2

I. ①医… II. ①王… ②张… III. ①运动生理-生理学-医学院校-教材
IV. ①G804.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 183640 号

美术编辑 张 璐

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行:010-62227427 邮购:010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 27 $\frac{1}{2}$

字数 602 千字

版次 2010 年 10 月第 1 版

印次 2010 年 10 月第 1 次印刷

印刷 三河市腾飞印务有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-4788-2

定价 55.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

医学院校专业基础课程教材建设委员会

编 委 会

名誉主任委员 陆绍钟 陈孟勤

主任委员 陈志斌 符史干

顾问委员 邓希贤 蔡英年

委 员 陈孟勤 (中国医学科学院生理学教授)

范 明 (中国生理科学会理事长、
中国军事医学科学院研究员)

陈志斌 (海南医学院副院长、神经内科学教授)

符史干 (海南医学院理学院院长、生理学教授)

杨锡让 (北京体育大学运动医学生理学教授)

张 林 (苏州大学运动医学研究所所长、运动医学教授)

王 杨 (海南医学院康复生理学副教授)

王小敏 (赣南医学院康复学院院长、教授)

刘海平 (温州医学院体育科学学院副院长、教授)

赵文辉 (长治医学院运动人体科学系主任、教授)

亓建洪 (泰山医学院运动人体科学系主任、教授)

张延玲 (泰山医学院生理学教授)

编委会秘书 董战玲 张 畅 李小利 侯玲英

本书编委会

主 审 杨锡让 范 明

主 编 王 杨 张 林

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 杨 王 蕾 王冬梅 孙 飘 刘海平

朱 荣 陈 熙 张 林 张延玲 岳春林

赵文辉 胡 戈 胡爱华 董战玲 温二生

樊守艳

编写秘书 王 晗 樊守艳 朴伶华



人体运动生理学是研究在运动状态下人体生理功能特点的一门重要学科，以生理学为基础，是生理学的重要组成部分，涉及面很广，世界卫生组织（WHO）在《国际功能、残疾和健康分类》（International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF）将人体生理功能分为八大类。人体运动生理学是临床医学，尤其是运动医学及康复医学等学科的重要基础理论。随着生命科学的迅猛发展，人体运动生理学以其特有的角度发现和探索生命在运动状态下的科学规律，并在医学领域发挥着越来越重要的作用。

本书是为医学院校的本科学生编写的，编者以生理学理论为基础，吸收了大量人体运动科学理论，同时考虑到医学院校的专业特点，以及将来在工作中可能遇到的问题，在内容的深度和广度上做了合理安排。在每章附有参考题及最新专业信息的电子链接以启发学生的思路。同时，本书也将使广大相关专业人士受益，可在教学、培训工作中发挥重要作用。

丁伯坦 首都医科大学
中国康复研究中心 康复医学教授
2010年6月29日



生命是一个统一的整体。人体的结构和功能十分复杂。人生活在世界上，不断地与外界进行物质交换和能量交换。细胞是能够体现人体生命活动的最小单位。细胞和细胞间质形成组织、器官、系统，进而形成整个人体。生理学把人体称为内环境，以与外部环境区分。

《医用运动生理学》是参照国家教育部高等学校特色专业建设的精神，参考卫生部教材办公室、全国高等医药教材建设研究会新编教材《生理学》内容编排的人体运动生理学教材。

本教材所涉及的主要内容是目前医学院校康复医学及养生保健相关专业必须掌握的、最常用的知识。教材力求反映 21 世纪生理学及人体运动科学的现状和发展趋势，体现基础理论、基础知识；体现老学科领域的新思想、新内容、新知识、新特点。

本教材整合人体生理学基础及生命运动科学的基础知识点，重新调整、归类相关内容，全书共 15 章。在每章结束部分设置了应用专栏，专栏中提到的问题与每章的学习要点密切相关，学习者能从正文中找到相应的答案或原则性提示。同时，在每章结束后有网站导航，学习者可以从电子网站的刷新内容把握新知识、新进展。全书有大量插图，在知识点及内容上尽可能与国际相关专业的教科书接轨。

由于时间紧迫，疏漏及错误之处在所难免，欢迎批评指正，并恳请给予谅解。

医学院校专业基础课程教材编委会

2010 年 6 月

目 录

绪论	1
第一节 概述	1
第二节 运动生理学研究的三个水平	2
第三节 运动生理学中的新陈代谢特点	3
第一章 骨骼肌功能学	5
第一节 骨骼肌结构特征	6
一、肌原纤维和肌小节	6
二、肌管系统	7
三、分子水平的骨骼肌	8
第二节 骨骼肌细胞的生物电现象	10
一、静息电位	10
二、动作电位	11
三、动作电位的传导	14
四、细胞间的兴奋传递	14
五、肌电的测量及应用	16
第三节 骨骼肌的收缩	17
一、肌丝滑行学说	17
二、肌纤维收缩的分子机制	17
三、肌纤维的兴奋-收缩耦联	18
四、骨骼肌的收缩形式	19
五、骨骼肌收缩的力学表现	22
六、运动单位的动员	25
第四节 肌纤维类型与运动能力的关系	26
一、肌纤维类型的划分	26
二、不同类型肌纤维的形态、功能及代谢特征	27
三、运动时不同类型运动单位的动员	30

四、肌纤维类型与运动	31
五、康复训练对肌纤维的影响	31
第五节 肌电	34
一、神经的传导速度与肌电	34
二、骨骼肌功能状态评定	34
三、肌力评定	35
四、动作分析	35
第二章 血液与循环功能	39
第一节 血液生理	40
一、血液的组成与内环境	40
二、血液的理化特性	41
三、血液的功能	43
第二节 血液循环生理及其调节	43
一、心脏的功能	43
二、血管生理	52
三、心血管活动的调节	58
第三节 运动对血量的影响	64
第四节 运动对血细胞的影响	65
一、运动对红细胞的影响	65
二、运动对白细胞的影响	69
三、运动对血小板的影响	70
第五节 运动对血红蛋白的影响	71
一、血红蛋白的功能	71
二、血红蛋白与运动训练	72
第六节 运动对血液凝固和纤溶能力的影响	73
第七节 运动对心血管的影响	75
一、肌肉运动时血液循环功能的变化	75
二、运动、训练对心血管系统的影响	76
三、测定脉搏（心率）和血压在运动实践中的意义	77
四、体育运动与心血管疾病	79
第三章 呼吸功能	84
第一节 肺通气和肺换气	86
一、肺通气	86
二、肺换气	92
第二节 气体运输	95
一、氧气的运输	95
二、二氧化碳的运输	98

第三节 呼吸运动的调节	99
一、呼吸运动的神经支配和调节中枢	99
二、呼吸运动的反射性调节	101
三、化学因素对呼吸运动的调节	101
第四节 运动对呼吸功能的影响	104
一、一次运动对呼吸系统的影响	104
二、长期运动对呼吸系统的影响	105
三、运动时的合理呼吸	106
第五节 有氧和无氧代谢能力	108
一、运动时的供氧	108
二、有氧运动能力	110
三、无氧运动能力	123
第四章 免疫功能与运动能力	132
第一节 免疫系统功能的生理学基础	133
一、免疫的基本概念	133
二、免疫系统的组成	135
三、免疫反应	136
第二节 运动性免疫功能	139
一、运动负荷与免疫功能	139
二、运动性免疫模式	140
第三节 运动性免疫抑制	141
一、运动性免疫抑制的可能机制	142
二、运动性免疫抑制的生理意义	143
三、运动性免疫抑制的调理	144
第五章 新陈代谢与体温	148
第一节 物质代谢	149
一、人体的物质组成	149
二、物质代谢的基本生理过程	150
三、人体主要营养物质在体内的代谢	150
四、物质代谢的相互关系与调节	153
第二节 能量代谢	155
一、机体能量的来源和利用	155
二、能量代谢的测定与评价	157
三、影响能量代谢的因素	160
四、基础代谢	162
第三节 体温与体温调节	163
一、体温	163

二、体温调节	166
第六章 肾脏的排泄功能	171
第一节 肾脏的基本结构	172
一、肾单位的基本结构	173
二、肾脏的血液循环	175
第二节 尿的滤过与重吸收	176
一、肾小球的滤过	176
二、肾小管与集合管的重吸收	178
三、肾小管与集合管的分泌	180
四、尿的成分、理化性质及尿量	180
第三节 肾脏在保持水和酸碱平衡中的作用	182
一、肾脏在保持水平衡中的作用	182
二、肾脏在保持酸碱平衡中的作用	183
第四节 肾脏功能在运动状态下的调节	186
一、尿量	186
二、运动性蛋白尿	186
三、运动性血尿	188
第七章 内分泌系统	192
第一节 概述	193
一、激素作用的方式	193
二、激素的分类	193
三、激素作用的一般特性	195
四、激素的作用机制	195
五、激素分泌及其调节	196
第二节 下丘脑和垂体	197
一、下丘脑调节肽	198
二、调节下丘脑肽能神经元活动的递质	199
三、垂体	199
第三节 甲状腺	203
一、甲状腺激素的合成与代谢	204
二、甲状腺激素的生理作用	205
三、甲状腺功能的调节	206
第四节 调节钙磷代谢的激素	207
一、甲状旁腺激素	207
二、降钙素	208
第五节 肾上腺	209
一、肾上腺皮质	210

二、肾上腺髓质	211
第六节 胰岛	213
一、胰岛素	214
二、胰高血糖素	214
三、胰岛素、胰高血糖素与运动的关系	215
第八章 感觉器官	218
第一节 概述	220
一、感受器与感觉器官	220
二、感受器的生理特性	220
第二节 视觉	221
一、眼的折光系统及其调节	221
二、视网膜的结构和两种感光换能系统	224
三、视杆细胞的感光换能系统	224
四、三原色学说	226
五、与视觉有关的其他现象	226
第三节 听觉	227
一、听阈和听域	227
二、外耳和中耳的传音作用	227
三、耳蜗的感音换能作用	228
第四节 平衡觉	229
一、前庭器官的感受装置和适宜刺激	230
二、前庭反应和眼震颤	232
第五节 本体感觉	232
一、脊髓在感觉功能中的作用	232
二、脊髓反射	233
三、脑干网状结构与非特异投射系统	235
四、丘脑的作用	235
五、皮层感觉区	235
第六节 内脏感觉	236
一、内脏感觉的机制	236
二、内脏感觉特点	236
第九章 神经系统功能	239
第一节 神经元及神经的信息传递	239
一、神经系统的基本结构	240
二、神经元间的信息传递	242
三、神经递质	246
四、神经递质作用的受体	248

五、反射	250
六、中枢神经之间的联系方式	252
七、中枢兴奋传递的特征	253
八、中枢抑制	254
第二节 神经系统的感觉功能	256
一、脊髓的感觉传导功能	256
二、丘脑	258
三、大脑皮层的感覺分析功能	261
四、痛觉	262
五、痒	266
第三节 神经系统的运动整合作用	266
一、运动神经元活动的功能整合	266
二、自主性神经系统的运动整合	266
三、自主性神经系统的功能	267
第四节 肌肉运动的神经调节	269
一、脊髓对躯体运动的调节	269
二、脑干对肌紧张和姿势反射的调节	269
三、小脑和基底神经节在运动中的调控作用	271
四、大脑皮质对躯体运动的调节	272
第五节 脑的高级神经活动	273
一、学习与记忆	273
二、大脑皮层的语言中枢和一側优势	277
第六节 脑电活动与觉醒、睡眠	278
一、脑电活动	278
二、觉醒与睡眠	280
第七节 运动动作技能的形成	282
一、运动技能的概念和分类	282
二、运动技能的生理本质	282
三、运动技能形成的过程及影响因素	282
第十章 身体素质的评价	285
第一节 力量素质	286
一、决定肌肉力量的生物学因素	286
二、肌肉力量的可训练因素	288
三、功能性肌肉肥大	289
四、力量训练	290
第二节 速度素质	293
一、速度素质的生理基础	294
二、速度素质的训练	295

第三节 耐力素质	296
一、有氧耐力及其训练	296
二、无氧耐力及其训练	298
第四节 柔韧和灵敏素质	299
一、柔韧素质	299
二、灵敏素质	300
第十一章 疲劳与恢复	304
第一节 疲劳的概念	304
一、疲劳及其分类	305
二、运动性疲劳的产生机制	307
三、运动性疲劳的发生部位及特征	310
四、运动性疲劳的判断	312
第二节 恢复过程	315
一、恢复过程的一般规律	315
二、运动后物质代谢的恢复	317
三、促进恢复的措施	319
第十二章 特殊环境与人体生理	325
第一节 概述	326
一、地球环境	326
二、城市环境	327
三、紧张环境	328
第二节 物理环境	331
一、光环境	331
二、温度	333
三、重力环境	337
四、气压环境	338
五、水环境	342
第三节 生物钟节律与生理	344
一、生活方式与生物节律	344
二、24 小时社会	344
三、饮食与生物节律	345
第十三章 年龄与性别的生理学特点	348
第一节 概述	349
一、生长、发育、成熟和衰老	349
二、生长、发育和成熟的一般规律	350
三、人一生的年龄划分	351

第二节 婴幼儿及学龄前儿童的运动生理学特点	352
一、婴幼儿及学龄前儿童的生理学特点	352
二、婴幼儿及学龄前儿童科学健身注意事项	355
第三节 学龄儿童及青少年的运动生理学特点	356
一、学龄儿童及青少年的生理学特点	356
二、影响儿童少年生长发育的因素	359
三、青春发育期	360
四、学龄儿童及青少年身体素质发展特点	361
五、体育锻炼对儿童少年的影响与作用	365
六、儿童少年的科学健身与注意事项	369
第四节 成年人的运动生理学特点	373
一、成年人的生理学特点	373
二、成年人的运动能力特点	376
三、成年人科学锻炼的方法	377
第五节 老年人的运动生理学特点	379
一、衰老的概念及老年人的划分标准	379
二、衰老的机制	379
三、老年人的生理特点及体育锻炼对老年人的影响	380
四、老年人健身锻炼项目及应遵守的原则	386
第六节 女性的运动生理学特点	387
一、女性的生理学特点	387
二、月经周期及其运动能力的变化	388
三、女性妊娠期运动能力	390
四、更年期综合征及体育锻炼	391
第十四章 运动处方的生理学基础	394
第一节 运动处方的基本要素	395
一、运动目的	395
二、运动类型	395
三、运动强度	396
四、运动时间	398
五、运动的时间带	398
六、运动频度	399
七、注意事项	399
第二节 运动处方的制定	399
一、制定运动处方的步骤	399
二、运动处方卡示例	401
第三节 运动处方的实施	401
一、实施过程的阶段性	401

二、实施过程中的自我监控	402
第四节 健身运动处方示例（健身跑）	403
一、健身跑的特点	403
二、健身跑运动处方	404
第十五章 运动生理负荷的监测与调控	407
第一节 概述	407
一、运动生理负荷的概念	407
二、运动生理负荷的基本要素	408
三、运动生理负荷的决定因素	410
四、机体对运动生理负荷的适应	410
第二节 评定运动生理负荷的常用指标	411
一、心率	411
二、血压	412
三、吸氧量	413
四、梅脱	414
第三节 运动生理负荷的监控	414
一、运动负荷阈	414
二、健身锻炼的运动负荷阈	415
三、体育运动训练负荷阈	415
第四节 体育运动的生理负荷监控	417
一、篮球竞技运动的生理负荷监控	417
二、篮球健身锻炼的生理负荷监控	419
三、中长跑、马拉松项目的生理负荷监控	419
四、健身跑的生理负荷监控	421

绪 论

教学 目标

了解运动生理学的基本特点及研究的三个层次，掌握运动生理学中新陈代谢的变化规律，机体在运动过程中表现出其物质代谢及能量代谢的特点。

相关 概念

运动生理 (exercises physiology)：相对于一般生理学而言，研究在工作及运动等负荷状态下，机体所表现出来的功能特点、特征的科学。运动生理可包括以竞技体育训练为中心的运动生理和以医疗及养生保健为主要学习目的的医学运动生理。

运动生理学的三个层次：运动生理学的功能和机制可从三个水平进行研究，即细胞和分子水平、机体内各器官和系统水平、机体的整体水平的研究。

新陈代谢 (metabolism)：机体与环境之间进行的物质和能量交换以及机体内物质和能量的转变过程称为陈代谢。它包括物质代谢和能量代谢两个方面。

同化作用和异化作用 (anabolism and catabolism)：机体获取环境中的营养物质并转变成自身的组成成分，同时储存能量的过程称为同化作用（或称为合成代谢）；机体将自身的组成物质加以分解，释放出其中的能量，并且把分解的终产物排出体外的变化过程被称为异化作用（又称分解代谢）。

第一节 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与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内外环境的各种变化对其的影响，掌握功能变化的规律。

相对于安静状态下正常机体功能的生理学而言，运动生理学则更着重于研究运动状态下的功能特点，如运动状态下肝脏的糖异生及糖分解的特点；糖原的有氧氧化及无氧酵解特点；心血管活动特点；肺通气、肺换气特点等；在分子水平上分析和研究血糖、尿糖、血气、电解质、酸碱度的变化特点。

中国运动生理学的发展应追溯到上海商务印书馆在1920~1930年出版的万有文库