



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

 体育院校通用教材

运动生理学

王瑞元 苏全生 主编
全国体育院校教材委员会 审定

YUNDONG
SHENGLIXUE

人民体育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
体育院校通用教材

运动生理学

王瑞元 苏全生 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

运动生理学 / 王瑞元, 苏全生主编. -北京: 人民体育出版社, 2011

体育院校通用教材

ISBN 978-7-5009-4044-9

I. ①运… II. ①王… ②苏… III. ①运动生理学-高等学校-教材 IV. ①G804.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 038217 号

*

人民体育出版社出版发行
三河兴达印务有限公司印刷
新华书店经销

*

787×1092 16 开本 38.5 印张 700 千字
2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷
印数: 1—24,000 册

*

ISBN 978-7-5009-4044-9

定价: 65.00 元

社址: 北京市东城区体育馆路 8 号 (天坛公园东门)

电话: 67151482 (发行部) 邮编: 100061

传真: 67151483 邮购: 67118491

网址: www.sportspublish.com

(购买本社图书, 如遇有缺损页可与发行部联系)

编写组成员

主 编：王瑞元 教 授 北京体育大学
苏全生 教 授 成都体育学院
副主编：孙学川 教 授 中国人民解放军军事体育进修学院
张 勇 教 授 天津体育学院
熊开宇 教 授 北京体育大学
郝选明 教 授 华南师范大学
孙 飙 教 授 南京体育学院
周 越 副教授 北京体育大学

编写组成员（按姓氏笔画为序）

王瑞元 教 授 北京体育大学
任建生 教 授 武汉体育学院
刘洪珍 教 授 曲阜师范大学
孙学川 教 授 中国人民解放军军事体育进修学院
孙 飙 教 授 南京体育学院
许寿生 副教授 北京体育大学
张日辉 教 授 沈阳体育学院
张 勇 教 授 天津体育学院
苏全生 教 授 成都体育学院
李良鸣 教 授 广州体育学院
李俊平 博 士 北京体育大学
李骁君 副教授 山东体育学院
汪 军 博 士 北京体育大学
陆耀飞 教 授 上海体育学院
周 越 副教授 北京体育大学
郑 陆 教 授 首都体育学院
郝选明 教 授 华南师范大学
高新友 教 授 西安体育学院
廖 鹏 博 士 天津体育学院
熊开宇 教 授 北京体育大学

序

新版的体育院校通用教材《运动生理学》是国家教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材，由中国生理学会运动生理学专业委员会组织全国运动生理学专家编写完成，其科学性、权威性不言而喻。我谨代表中国生理学会对新版《运动生理学》的出版表示热烈的祝贺。

第29届北京奥运会和第16届广州亚运会的成功举办，预示着中国向着世界体育强国的目标大踏步地前进，体育科技工作在“十一五”期间也有了突飞猛进的发展。而这一切都与我国运动生理学的进步息息相关。不仅如此，在竞技体育之外的大众健身领域，运动生理学也起到了重要的科技保障作用。

新版《运动生理学》的作者们，进一步完善了生理学及运动生理学中经典的教学内容，系统介绍了运动对各个器官的影响，并且就运动对不同性别、年龄人群的生理影响做了专门的论述。在骨骼肌疲劳性损伤机制、内分泌、脑功能、特殊环境与运动等方面还引入了国内学者和国际同行的最新研究成果。为了指导运动员科学训练和群众体育的科学开展，在“体能”“运动处方”等应用性很强的方面也扩充了内容。

新版《运动生理学》的出版是运动科学发展的需要，也是运动科学发展的必然。相信本教材的问世，不仅对于运动生理教学发挥不可替代的作用，而且将会在竞技体育和大众健身的应用方面产生积极的影响。

教材的编写是一项认真、严肃、细致且艰苦的工作，对于编写一本高质量的教科书更是如此。在本书编写过程中，主编与各位作者付出了艰辛的劳动。“谁言寸草心，报得三春晖”。在“十二五”期间，本书撒下的科学种子必将生根、开花，在我国竞技体育和大众健身的前进中结出丰硕的成果。

中国生理学会理事长 范明

2010年10月1日



前 言

在全国体育院校教材委员会的指导及要求下，全国体育院校通用教材《运动生理学》教材组根据国家“十一五”教材规划要求，在中国生理学会运动生理学专业委员会的大力支持下，组织全国运动生理学专家编写了新版的体育院校通用教材《运动生理学》，以及配套辅助教材《运动生理学习题集》和《运动生理学实验》。本教材已通过运动生理学专业委员会的审定，由人民体育出版社出版。

新版《运动生理学》与上一版《运动生理学》相比，保留了生理学及运动生理学中经典的教学内容，更加注重基本知识、基本概念、基本理论的完善，充实了当今运动生理学一些新的研究成果与内容，并突出了运动生理学应用性特征。本教材具有如下特点：

1. 继承了传统的运动生理学教材体系

新版《运动生理学》仍分为“基础篇”和“应用篇”两部分。在“基础篇”中，以人体的器官、系统为章节，系统地介绍了人体生理学基本内容，以及与运动训练和体育健身有关的机体反应与适应特点。在“应用篇”部分，仍按运动生理学专题划分章节，突出了运动生理学的理论与方法在运动实践中的应用，为运动训练和运动健身提供理论依据和方法指导。

2. 完善了运动生理学基础理论内容

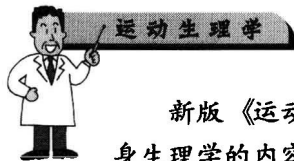
在本教材基础篇骨骼肌机能一章增加了的“运动对骨骼肌形态和机能的影响”一节，深入系统地介绍了近年来对运动导致的骨骼肌超微结构改变机理的认识。血液一章增加了“血型与输血原则”和“血液中重要指标参考值及意义”两节，使读者对血液的基本功能有更清晰的认识。内分泌功能与运动一章增加了“功能器官的内分泌及激素”和“运动与内分泌功能”两节，并着重介绍了运动对内分泌功能的影响。神经系统机能一章增加了“睡眠”和“脑电图在运动实践中的应用”两节，神经系统的章内容更加丰富。

3. 丰富了“应用运动生理学”内容

新版《运动生理学》教材在“应用篇”中特殊环境与运动能力一章增加了“微重力与运动”和“水下环境与运动”两节。在运动健身与运动处方一章中增加了应用的实例。在身体素质一章中增加了“平衡、灵敏、柔韧和协调”等内容。在本篇还增加了“运动项目的生理学特点”和“体能”两章内容，以适应当今运动训练过程中日益增长的对运动生理学理论和方法的迫切需要。

4. 更加注重应用性，面向全民健身和运动训练

新版的《运动生理学》教材在介绍基础理论知识的同时，加强了“应用运动生理学”内容的介绍，突出了运动生理学的理论与方法的应用。



新版《运动生理学》教材在“运动生理学基础”的部分章节中，丰富了一些运动健身生理学的内容；在运动健身与运动处方中，更是以一些事例着重强调了运动生理学在全民健身指导中的作用。书中系统阐述了体能的基本概念、构成要素，并对体能考核测评的有关运动生理学原则进行了描述。另外，通过运动项目的生理学特点和体能的介绍，包括运动项目的各分项组成与技战术特点、运动员的身体形态特征、专项的能量代谢特点、常用训练法的生理学分析等方面内容，使其更具运动训练的指导意义。

新版《运动生理学》的“基础篇”由第一至第十章组成，“应用篇”由第十一至第二十三章组成。第一章、第二章由王瑞元编写，第三章由任建生编写，第四章由苏全生编写，第五章由孙飙编写，第六章由郑陆编写，第七章由孙飙编写，第八章由郝选明编写，第九章、第十章由张日辉编写，第十一章由周越、熊开宇编写，第十二章由张勇编写，第十三章由李良鸣、刘洪珍编写，第十四章由高新友编写，第十五章由刘洪珍编写，第十六章由陆耀飞编写，第十七章由汪军、熊开宇编写，第十八章由许寿生、熊开宇编写，第十九章由郑陆编写，第二十章由郝选明编写，第二十一章由任建生编写，第二十二章由周越、许寿生、李俊平、汪军、张日辉、李骁君编写，第二十三章由孙学川编写。

北京体育大学王瑞元教授对全书进行了最后统稿、审校。北京体育大学运动生理学教研室的老师们协助主编开展教材编写的组织工作，付出了艰辛的劳动。在教材的审校过程中，张学林、史冀鹏、罗丽娜、刘阳、刘晓然、于亮等人做了大量的工作。本教材在编写过程中还得到了北京体育大学、成都体育学院等各参编单位的专家教授及有关人员的大力支持，在此也表示衷心的感谢。

本教材由北京体育大学主持编写，既是全国体育院校本科生的通用教材，也可作为高等院校体育教育专业学生的教材。同时，本教材也可作为运动人体科学专业本科、研究生等学制学生的参考教材和体育工作者的参考用书。

对教材中出现的~~不当及错误~~之处，还请广大同仁及读者予以批评指正。

《运动生理学》教材编写组

2010年10月于北京



目 录

基础篇

第一章 绪 论	(2)
第一节 运动生理学概述	(3)
一、运动生理学的概念、研究对象和任务	(3)
二、运动生理学研究的基本方法与水平	(3)
第二节 生命活动的基本特征	(5)
一、新陈代谢	(6)
二、兴奋性	(6)
三、应激性	(6)
四、适应性	(7)
五、生殖	(7)
第三节 人体生理机能的维持与调节	(7)
一、内环境及其稳态	(7)
二、生理机能的调节	(8)
第四节 人体生理机能调节的控制	(10)
一、非自动控制系统	(10)
二、反馈控制系统	(10)
三、前馈控制系统	(11)
第五节 运动生理学的发展历史与研究现状	(12)
一、运动生理学的发展历史	(12)
二、运动生理学研究现状	(14)
三、运动生理学研究的重点课题	(15)
第二章 骨骼肌机能	(21)
第一节 肌纤维的结构	(22)
一、肌原纤维和肌小节	(23)
二、肌管系统	(24)
三、肌丝的分子组成	(24)
第二节 骨骼肌细胞的生物电现象	(27)
一、静息电位	(27)



二、动作电位	(28)
三、动作电位的传导	(31)
四、细胞间的兴奋传递	(32)
第三节 肌纤维的收缩过程	(33)
一、肌丝滑行学说	(33)
二、肌纤维收缩的分子机制	(34)
三、肌纤维的兴奋—收缩耦联	(36)
第四节 骨骼肌特性	(36)
一、骨骼肌的物理特性	(36)
二、骨骼肌的生理特性	(37)
第五节 骨骼肌的收缩形式	(39)
一、骨骼肌的收缩形式	(39)
二、骨骼肌收缩的力学表现	(42)
三、运动单位的动员	(44)
第六节 肌纤维类型与运动能力	(46)
一、肌纤维类型的划分	(46)
二、不同类型肌纤维的形态、机能及代谢特征	(48)
三、运动时不同类型运动单位的动员	(51)
四、肌纤维类型与运动项目	(51)
五、训练对肌纤维的影响	(52)
第七节 运动对骨骼肌形态和机能的影响	(54)
一、运动导致的延迟性肌肉酸痛	(54)
二、运动导致的骨骼肌超微结构改变	(54)
三、延迟性肌肉酸痛和运动性骨骼肌超微结构改变的机理	(55)
四、运动导致的延迟性肌肉酸痛和超微结构改变的防治	(57)
第八节 肌电的测试原理与应用	(58)
一、肌电的引导	(59)
二、肌电信号的分析	(60)
三、肌电在体育科研中的应用	(61)
第三章 血液	(65)
第一节 血液的组成和理化特性	(66)
一、血液的组成	(66)
二、内环境相对稳定的生理学意义	(66)
三、血液的功能	(67)
四、血液的理化特性	(68)
第二节 运动对血液的影响	(70)
一、运动对血量的影响	(70)



二、红细胞与运动	(71)
三、白细胞与运动	(76)
四、血小板与运动	(78)
第三节 运动对血液凝固和纤溶能力的影响	(79)
一、血液凝固和纤维蛋白溶解	(79)
二、运动对血凝和纤溶能力的影响	(82)
第四节 运动员血液	(82)
一、“运动员血液”概念	(83)
二、运动员血液特征	(83)
三、“运动员血液”的生理意义	(85)
第五节 血型与输血原则	(86)
一、血型与红细胞凝集	(86)
二、ABO 血型	(86)
三、ABO 血型与输血	(87)
第六节 血液中重要指标参考值及意义	(87)
第四章 循环机能	(90)
第一节 循环系统概述	(91)
一、心脏的一般结构与血液循环途径	(91)
二、各类血管结构功能特点	(91)
第二节 心脏生理	(92)
一、心肌的生理特性	(92)
二、心肌的供血与能量代谢特点	(96)
三、心脏的泵血功能	(97)
四、心音	(101)
五、心电图	(102)
第三节 血管生理	(104)
一、动脉血压	(104)
二、动脉脉搏	(107)
三、静脉血压和静脉回心血量	(107)
四、微循环	(109)
第四节 心血管活动的调节	(110)
一、神经调节	(110)
二、体液调节	(112)
三、局部血流调节	(113)
第五节 运动与心血管功能	(114)
一、运动时心血管功能的变化	(114)
二、运动心脏的特点	(116)

三、运动与心血管疾病	(117)
第五章 呼吸机能	(120)
第一节 呼吸运动和肺通气机能	(122)
一、肺通气的动力学	(122)
二、肺通气机能	(124)
三、肺通气机能的指标	(127)
第二节 气体交换和运输	(128)
一、气体交换	(128)
二、气体运输	(132)
第三节 呼吸运动的调节	(137)
一、调节呼吸运动的神经系统	(137)
二、呼吸运动的反射性调节	(138)
三、化学因素对呼吸的调节	(140)
第四节 运动对呼吸机能的影响	(143)
一、运动时通气机能的变化	(143)
二、运动时换气机能的变化	(144)
三、运动时呼吸的调节	(145)
四、运动时合理呼吸	(147)
五、呼吸肌与运动训练	(150)
第六章 物质与能量代谢	(152)
第一节 物质代谢	(153)
一、人体主要营养物质的消化与吸收	(153)
二、主要营养物质在体内的代谢	(159)
第二节 能量代谢	(170)
一、基础代谢	(171)
二、人体运动时的能量供应与消耗	(174)
第三节 体温	(181)
一、正常人体温度	(181)
二、体温调节	(183)
第七章 肾脏功能	(188)
第一节 肾脏的基本结构	(189)
一、肾单位的基本结构	(189)
二、肾脏的血液循环	(190)
第二节 尿的生成过程	(191)
一、肾小球的滤过作用	(191)



二、肾小管与集合管的重吸收作用	(193)
三、肾小管与集合管的分泌作用	(194)
四、尿的成分、理化性质及尿量	(195)
第三节 肾脏在保持水和酸碱平衡中的作用	(196)
一、肾脏在保持水平衡中的作用	(196)
二、肾脏在保持酸碱平衡中的作用	(197)
第四节 运动对肾脏功能的影响	(198)
一、尿量	(199)
二、运动性蛋白尿	(199)
三、运动性血尿	(200)
四、尿十项检测	(201)
第八章 内分泌功能	(203)
第一节 内分泌、内分泌系统与激素	(204)
一、内分泌与内分泌系统	(204)
二、激素与激素的分类	(205)
三、激素的一般生理作用和作用特征	(207)
第二节 激素作用的机制和调节	(209)
一、受体以及作用特征	(209)
二、激素作用的机制和过程	(210)
三、激素分泌的调节	(212)
第三节 主要内分泌腺的内分泌功能	(213)
一、下丘脑的内分泌功能	(213)
二、垂体的内分泌功能	(213)
三、甲状腺、甲状旁腺的内分泌功能	(215)
四、肾上腺的内分泌功能	(217)
五、胰岛的内分泌功能	(219)
六、性腺的内分泌功能	(220)
七、其他内分泌腺及其激素	(221)
第四节 功能器官的内分泌及激素	(222)
一、心脏和血管的内分泌功能	(222)
二、胃肠道系统的内分泌功能	(222)
三、肾脏的内分泌功能	(223)
第五节 运动与内分泌功能	(223)
一、激素对运动的基本反应和适应特征	(223)
二、激素对运动能量代谢的调控	(224)
三、内分泌轴与运动	(225)
四、内分泌指标在运动实践中的应用	(227)

第九章 感觉机能	(230)
第一节 概述	(231)
一、感受器、感觉器官及感觉的定义和分类	(231)
二、感受器的一般生理特征	(231)
第二节 视觉	(233)
一、眼的折光功能及调节	(233)
二、眼的感光功能	(236)
三、视觉生理与运动	(237)
第三节 听觉与位觉	(239)
一、听觉	(240)
二、位觉	(242)
第四节 本体感觉	(244)
一、本体感受器结构与功能	(245)
二、本体感觉在运动训练中的作用	(246)
第五节 其他感觉	(247)
一、触压觉	(247)
二、冷觉与温觉	(247)
三、内脏感觉	(248)
四、痛觉	(249)
第十章 神经系统机能	(251)
第一节 概述	(252)
一、神经元与神经纤维	(252)
二、神经胶质细胞	(254)
三、突触	(255)
四、神经递质和受体	(256)
第二节 反射活动的一般规律	(258)
一、反射的概念	(258)
二、反射弧	(258)
三、中枢神经元的联系方式	(258)
四、兴奋在反射中枢传播的特征	(258)
五、中枢抑制	(260)
六、反射活动的反馈调节	(261)
第三节 神经系统的感觉分析功能	(262)
一、感觉信息的传入通路	(262)
二、大脑皮质的感觉代表区及其分析功能	(263)
第四节 神经系统对内脏活动、本能行为和情绪的调节	(265)



一、神经系统对内脏活动的调节	(266)
二、本能行为和情绪的调节	(268)
第五节 脑的高级功能	(268)
一、学习和记忆	(269)
二、条件反射的抑制	(272)
三、两个信号系统的概念	(273)
第六节 睡眠	(273)
一、睡眠时相	(274)
二、睡眠产生的机制	(275)
三、睡眠与运动	(275)
第七节 躯体运动的神经调控	(276)
一、脊髓对躯体运动的调控	(276)
二、脑干对躯体运动的调控	(278)
三、小脑和基底神经节对躯体运动的调控	(281)
四、大脑皮质在运动调控中的作用	(283)
五、躯体运动协调的神经机理	(286)
第八节 脑电图在运动实践中的应用	(287)
一、脑电图及波形意义	(287)
二、运动员脑电图记录与分析	(288)

应用篇

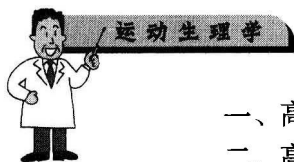
第十一章 运动技能	(292)
第一节 运动技能的概念和生理本质	(293)
一、运动技能的基本概念	(293)
二、运动技能的分类	(293)
三、运动技能的生理本质	(293)
第二节 运动技能的学习进程	(295)
一、泛化阶段	(295)
二、分化阶段	(296)
三、巩固与自动化阶段	(296)
第三节 影响运动技能学习发展的因素	(298)
一、动机与大脑皮质机能状态对运动技能发展的影响	(298)
二、身体素质对运动技能发展的影响	(300)
三、感觉机能与反馈对运动技能发展的影响	(300)
四、教学方法对运动技能发展的影响	(306)
五、运动技能的迁移	(307)



第十二章 有氧、无氧工作能力	(310)
第一节 概述	(311)
一、需氧量	(311)
二、摄氧量	(311)
三、氧亏	(311)
四、运动后过量氧耗	(313)
第二节 有氧工作能力	(314)
一、最大摄氧量	(314)
二、乳酸阈	(320)
三、提高有氧工作能力的训练	(324)
第三节 无氧工作能力	(326)
一、无氧工作能力的生理基础	(326)
二、无氧工作能力测试与评价	(327)
三、提高无氧工作能力的训练	(330)
第十三章 身体素质	(333)
第一节 力量素质	(334)
一、决定肌肉力量的生物学因素	(334)
二、力量训练原则	(337)
三、力量训练的手段与方法	(339)
第二节 速度素质	(342)
一、速度素质的生理基础	(342)
二、速度素质的训练	(344)
第三节 耐力素质	(345)
一、有氧耐力	(345)
二、无氧耐力	(346)
第四节 平衡、灵敏、柔韧和协调	(346)
一、平衡	(346)
二、灵敏	(350)
三、柔韧	(354)
四、协调	(358)
第十四章 运动性疲劳	(362)
第一节 运动性疲劳的概念及其分类	(363)
一、疲劳的概念	(363)
二、运动性疲劳的分类	(363)
第二节 运动性疲劳的产生机理	(365)



一、衰竭学说	(365)
二、堵塞学说	(366)
三、内环境稳定性失调学说	(367)
四、保护性抑制学说	(367)
五、突变理论	(367)
六、自由基损伤学说	(368)
第三节 运动性疲劳的发生部位及特征	(369)
一、运动性疲劳的发生部位	(369)
二、不同类型运动的疲劳特征	(372)
第四节 运动性疲劳的判断	(372)
一、测定肌力评价疲劳	(373)
二、测定神经系统和感觉机能判断疲劳	(373)
三、用生物电评价疲劳	(374)
四、主观感觉判断疲劳	(375)
五、测定运动中心率评定疲劳	(376)
六、判断疲劳的其他指标	(376)
第十五章 运动过程中人体机能变化规律	(379)
第一节 赛前状态与准备活动	(380)
一、赛前状态	(380)
二、准备活动	(382)
第二节 进入工作状态	(384)
一、进入工作状态产生的原因	(384)
二、影响进入工作状态的因素	(385)
三、生理“极点”与“第二次呼吸”	(385)
第三节 稳定状态	(386)
一、真稳定状态	(387)
二、假稳定状态	(387)
三、“第一拐点”与“第二拐点”	(388)
四、最大摄氧量平台	(389)
第四节 疲劳状态	(390)
第五节 恢复过程	(390)
一、恢复过程的一般规律	(390)
二、机体能源贮备的恢复	(393)
三、促进人体机能恢复的措施	(394)
第十六章 特殊环境与运动	(399)
第一节 高原环境与运动	(400)



一、高原应激	(400)
二、高原服习	(402)
三、高原训练的生理学适应	(402)
四、高原训练的要素	(407)
第二节 热环境与运动	(409)
一、热应激与适应	(409)
二、热病及其预防	(411)
第三节 冷环境与运动	(412)
一、冷应激与运动	(412)
二、冷服习	(413)
第四节 水环境与运动	(413)
一、水环境与运动	(413)
二、对水环境的适应	(414)
第五节 微重力与运动	(415)
一、微重力环境中的机体适应	(415)
二、微重力环境中的运动	(417)
第六节 水下环境与运动	(418)
一、水深与气压	(418)
二、潜水的心血管反应	(419)
三、潜水减压病	(420)
第十七章 运动机能的生理学评定	(422)
第一节 概述	(423)
一、运动员身体机能评定的概念	(423)
二、运动员身体机能评定的功能	(423)
第二节 运动员身体各系统机能评定指标及方法	(424)
一、运动系统测试指标	(424)
二、心血管系统测试指标	(425)
三、呼吸系统测试指标	(427)
四、能量代谢系统测试指标	(428)
五、神经系统及感觉机能测试指标	(429)
六、身体形态学指标的测定	(430)
七、其他机能评定指标	(432)
第三节 运动员身体机能的综合评定	(432)
一、运动训练对身体机能的影响	(432)
二、运动员身体机能综合评定的一般步骤	(435)
三、运动员身体机能评定工作的组织和实施	(436)
第四节 适宜运动量的生理学评定	(437)