

体育学科研究生通用教材  
TiYuXueKeYanJiuShengTongYongJiaoCai

# 运动人体科学 研究进展与应用

乔德才 张蕴琨 邓树勋 主编

人民体育出版社

体育学科研究生通用教材

丛书主编：邓树勋

# 运动人体科学研究进展与应用

乔德才 张蕴琨 邓树勋 主编

人民体育出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

运动人体科学研究进展与应用/乔德才, 张蕴琨, 邓树勋主编.

-北京: 人民体育出版社, 2007

体育学科研究生通用教材

ISBN 978-7-5009-3283-3

I. 运… II. ①乔…②张…③邓… III. 人体运动-人体学-研究生-教材 IV.G804

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 141789 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 29 印张 663 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—3,000 册

\*

ISBN 978-7-5009-3283-3

定价: 50.00 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: 67143708

(购买本社图书, 如遇有缺损页可与发行部联系)

发展独立思考和独立判断的一般能力，应当始终放在首位，而不应当把获得专业知识放在首位。如果一个人掌握了他的学科的基础理论，并且学会了独立地思考和工作，他必定会找到他自己的道路，而且比起那种主要以获得细节知识为其培训内容的人来，他一定会更好地适应进步和变化。

——爱因斯坦

# 本书作者

## 主 编：

乔德才（北京师范大学教授）

张蕴琨（南京体育学院教授）

邓树勋（华南师范大学教授）

## 作 者：（按姓氏笔画排序）

王竹影（南京师范大学教授）

邓树勋（华南师范大学教授）

田振军（陕西师范大学教授）

乔德才（北京师范大学教授）

刘晓莉（北京师范大学教授）

汤长发（湖南师范大学教授）

李世昌（华东师范大学教授）

张 勇（天津体育学院教授）

张蕴琨（南京体育学院教授）

林 华（辽宁师范大学教授）

金其贯（扬州大学教授）

赵 斌（河北师范大学教授）

郝选明（华南师范大学教授）

胡 扬（北京体育大学教授）

钱竞光（南京体育学院教授）

阎守扶（首都体育学院教授）

谢敏豪（北京体育大学教授）

熊正英（陕西师范大学教授）

## 序

我国的研究生教育近年发展迅速，根据教育部《2005年全国教育事业发展统计公报》，全国在学研究生已达97.86万人，其中博士生19.13万人，硕士生78.73万人。研究生教育的发展，是我国经济发展与现代化建设的需要，是社会发展和时代进步的需要。在研究生教育迅速发展的背景下，提高研究生教育质量尤显迫切，陈至立同志2003年7月在国务院学位委员会第20次会议上讲话时指出：“当前，要把提高研究生教育质量放到首要的位置。”

体育学科研究生教育也不例外，努力提高体育学科研究生培养质量，是摆在体育院校系全体研究生导师和研究生面前的重要问题。研究生教育是高等教育的一个层次，学术水平是衡量研究生质量的重要标尺，因此，如何引导研究生进入学术前沿，如何引导研究生进行研究创新，如何培养研究生科学精神，是提高研究生培养质量必须思考的问题。

在研究生培养工作中，一部优秀的研究生教材在提高研究生培养质量中将会起到重要作用，但是，目前在体育学科领域，适合研究生层次学习与阅读的教材品种和数量，与研究生教育的发展尚有较大距离，为了适应体育学科研究生教育发展的需要，人民体育出版社组织编写了这套《体育学科研究生通用教材》，以适应当前研究生教育发展的需要，并于2005年9月26—28日在北京香山饭店召开了教材编写工作会议，会后系列教材的各教材主编分别召集了编写成员进行学习研讨，努力编写高质量的研究生教材。

这套《体育学科研究生通用教材》力求体现“五性”：1. 前沿性。给研究生介绍前沿知识，力求引导研究生进入学术前沿。2. 创新性。力求给研究生进行研究创新以启迪。3. 拓展性。适应当今科学发展交叉渗透的特征，拓宽知识视野。4. 实践性。力求紧密结合当代体育科学的发展，为体育事业服务，处理好知识和能力的关系。5. 可读性。努力提高教材文字水平，既科学严谨又兴味盎然。

这套《体育学科研究生通用教材》的每一种，其主编都是各该领域学术造诣较高并有丰富的指导研究生经验的专家、教授。

愿这套《体育学科研究生通用教材》成为体育学科研究生的良师益友，为研究生的成长助一臂之力。

总主编 邓树勋

2006 年秋

## 编写说明

运动人体科学是生物学、医学和体育学相交叉的一门学科，它是以人体为对象，研究人体在运动过程中机能活动的变化特点、规律和与外界环境的关系，有助于增进健康、提高人体机能能力的一门科学。

人体是一个复杂动态的整体，从宏观看是由细胞、组织、器官、系统组成；从微观看细胞又是由细胞器、生物大分子、分子、原子等组成。因此，运动人体科学从不同的研究侧面形成了诸如运动解剖学、运动生理学、运动生物化学与分子生物学、运动营养学、运动保健学和运动生物力学等众多三级学科。作为体育专业研究生，应该掌握相关的运动人体学科的理论 and 技能，并具备应用这些基本知识和方法分析解决实践问题的能力，以便在体育教育训练学、体育人文社会学、运动人体科学和民族传统体育学等各个学科领域进行更为深入的研究与探索。

运动人体科学知识和技能在全民健身和竞技体育中有十分重要的作用。运动人体科学的理论和方法可为促进人体健康、增强体质、防治疾病及运动康复等提供必要的生物学基础知识及实践技能，也可为运动员选材、动作技术分析、机能评定与训练监控、延缓运动性疲劳及促进恢复、合理营养等提供必需的科学依据和方法。

本书以专题的形式介绍了生命科学研究的热点以及先进的实验技术，重点从三级学科层面上介绍了运动人体科学各领域的研究进展，每一讲既反映某一领域的基础知识和理论，又尽可能在三级学科的层面上进行横向交叉渗透，反映学科发展前沿，其内容涵盖面广，既具有一定的理论深度和应用价值，又可为体育专业研究生奠定扎实的理论基础、拓宽学术视野和提供研究思路。

本书的编写人员多为运动人体科学领域的学科带头人、专家和教授，其中大多有博士或硕士学位，不少人是博士生导师或硕士生导师。他们在百忙中撰写书稿并反复修改，在质和量上保证了本书的顺利完成，在此向他们表示衷心的感谢。

全书包括绪论和 18 讲，基本上反映了本学科各领域的研究进展。在研究生教学中和研究生学习时，可根据专业特点和研究方向而有所侧重或选用。由



于本学科发展太快，在内容和理论上的某些研究新进展可能来不及完全编入本书，存在不当之处在所难免，衷心希望各位同仁和读者赐教。

本书为体育专业研究生的教材，同时也可作为体育专业教师、体育工作者以及体育科研人员学习和研究的参考书。

主编 乔德才 张蕴琨 邓树勋

2006年12月26日

<b>绪论 运动人体科学的研究特征与进展</b> .....	(1)
一、运动人体科学的研究特征 .....	(1)
(一) 以系统整体观点综合宏观与微观研究 .....	(1)
(二) 从多层次、全方位开展跨学科研究 .....	(1)
(三) 依托基础性研究突出应用特点 .....	(2)
(四) 研究手段借助先进仪器设备和技术 .....	(2)
二、运动人体科学的研究进展 .....	(3)
<b>第一讲 生命科学中的几个热点问题</b> .....	(6)
一、人类基因组计划 .....	(7)
(一) 人类基因的构成 .....	(7)
(二) 人类基因组计划 .....	(9)
(三) 后基因组时代及其展望 .....	(11)
二、蛋白质组学的研究 .....	(12)
(一) 蛋白质组和基因组的区别 .....	(13)
(二) 蛋白质组学研究的主要内容 .....	(13)
(三) 蛋白质组学研究的方法 .....	(14)
(四) 蛋白质组学研究的前景 .....	(15)
三、克隆技术与生物工程 .....	(15)
(一) 克隆技术 .....	(15)
(二) 生物工程 .....	(18)
四、人类脑计划和神经信息学 .....	(20)
(一) 人类脑计划的提出与发展 .....	(20)
(二) 一门新兴的边缘学科——神经信息学 .....	(21)
(三) 我国研究现状 .....	(22)
五、分子医学 .....	(22)
(一) 分子医学的发展与研究 .....	(22)
(二) 基因治疗 .....	(23)

<b>第二讲 生物医学技术及其在运动医学中的应用</b> .....	(26)
一、经典生物医学技术介绍 .....	(27)
(一) 光谱分析技术 .....	(27)
(二) 色谱技术 .....	(30)
(三) 电泳技术 .....	(32)
(四) 离心分析技术 .....	(37)
(五) 显微技术 .....	(39)
(六) 同位素示踪技术 .....	(42)
二、现代生物医学技术在运动医学领域中的应用 .....	(45)
(一) 重组 DNA 技术 .....	(45)
(二) 单克隆抗体技术 .....	(46)
(三) 流式细胞技术 .....	(48)
(四) PCR 技术 .....	(51)
(五) 核磁共振 .....	(54)
(六) 纳米技术 .....	(56)
(七) 激光共聚焦扫描显微镜 .....	(59)
(八) 干细胞技术 .....	(59)
(九) 激光医学 .....	(62)
<b>第三讲 运动员基因选材原理与方法</b> .....	(72)
一、运动员基因选材的研究现状 .....	(72)
二、运动员基因选材的基本原理 .....	(74)
(一) DNA 遗传标记 .....	(74)
(二) 限制性片段长度多态性 .....	(74)
(三) 重复序列多态性 .....	(75)
(四) 单核苷酸多态性 .....	(76)
(五) 单体型 .....	(79)
三、运动员基因选材的研究策略 .....	(79)
(一) 关联研究常用的实验设计 .....	(79)
(二) 关联研究常用的统计学方法 .....	(81)
(三) 关联研究候选基因的选择方法 .....	(81)
(四) 关联研究的样本量和 Power 值的计算 .....	(83)
(五) 关联研究的注意事项 .....	(83)
四、运动员基因选材的研究手段 .....	(85)
(一) STRs 的分型技术 .....	(85)
(二) SNPs 的分型技术 .....	(85)

(三) 单体型构建的技术和方法 .....	(85)
<b>第四讲 人体运动形态学研究进展与应用 .....</b>	<b>(94)</b>
一、人体运动大体形态学研究技术与进展 .....	(95)
二、人体运动显微形态学研究技术与进展 .....	(96)
(一) 运动与骨、关节 .....	(96)
(二) 运动与骨骼肌 .....	(98)
(三) 运动与心血管形态学的变化 .....	(104)
(四) 运动与肝脏 .....	(110)
(五) 运动与肾脏 .....	(111)
(六) 运动与肺 .....	(113)
(七) 运动与神经系统 .....	(114)
(八) 运动与淋巴系统 .....	(116)
(九) 运动与胃肠道形态学 .....	(117)
<b>第五讲 运动性疲劳的中枢机制与神经递质 .....</b>	<b>(126)</b>
一、概述 .....	(127)
(一) 运动性中枢疲劳的概念 .....	(127)
(二) 神经递质概念与分类 .....	(127)
(三) 运动性疲劳的中枢机制 .....	(129)
(四) 微透析技术在运动与中枢神经递质研究中的应用 .....	(132)
二、中枢单胺类神经递质与运动 .....	(133)
(一) 脑内多巴胺与运动 .....	(133)
(二) 脑去甲肾上腺素与运动 .....	(137)
(三) 脑内 5-羟色胺与运动 .....	(139)
(四) 运动中单胺类神经递质的相互作用与动态变化 .....	(143)
(五) 单胺类神经递质对行为活动和心理的相互调节作用 .....	(145)
三、中枢氨基酸类神经递质与运动 .....	(146)
(一) 谷氨酸与天冬氨酸 .....	(147)
(二) $\gamma$ -氨基丁酸与甘氨酸 .....	(148)
(三) 运动对中枢氨基酸类递质的影响 .....	(151)
(四) 运动对中枢氨基酸类递质受体的影响 .....	(153)
四、营养和药物干预对中枢神经递质和运动能力的影响 .....	(155)
(一) 药物干预对中枢神经递质和运动能力的影响 .....	(155)
(二) 补糖对运动中中枢神经递质的影响 .....	(155)
(三) 补充氨基酸对运动中中枢神经递质的影响 .....	(157)

第六讲 运动与细胞凋亡 .....	(167)
一、细胞凋亡概述 .....	(167)
(一) 细胞凋亡的概念 .....	(167)
(二) 细胞凋亡的形态学特征 .....	(168)
(三) 细胞凋亡的生化和分子生物学特征 .....	(169)
(四) 细胞凋亡的生物学意义 .....	(170)
二、细胞凋亡的机制 .....	(171)
(一) 细胞凋亡的酶学基础 .....	(171)
(二) 细胞凋亡的信号传导 .....	(173)
(三) 细胞凋亡的基因调控 .....	(175)
三、细胞凋亡的检测 .....	(176)
(一) 形态学观察方法 .....	(176)
(二) DNA 凝胶电泳 .....	(177)
(三) 酶联免疫吸附法 (ELISA) 核小体测定 .....	(177)
(四) DNA 片断原位标记法 .....	(177)
(五) 流式细胞仪定量分析 .....	(178)
四、运动诱发的细胞凋亡 .....	(179)
(一) 运动与骨骼肌细胞凋亡 .....	(179)
(二) 运动与心肌细胞凋亡 .....	(180)
(三) 运动与其他细胞凋亡的研究 .....	(182)
第七讲 神经、内分泌、免疫功能与运动 .....	(188)
一、神经-内分泌-免疫调节网络 .....	(188)
(一) 神经-内分泌-免疫网络的构成 .....	(189)
(二) 神经、内分泌与免疫系统之间的相互作用 .....	(189)
二、神经生物学的研究进展 .....	(190)
(一) 细胞神经生物学研究进展 .....	(190)
(二) 分子神经生物学研究进展 .....	(192)
(三) 泛脑网络学说 .....	(193)
三、运动内分泌学研究进展 .....	(194)
(一) 运动过程中受体与化学信号的转导 .....	(194)
(二) 下丘脑在运动应激行为中的作用 .....	(195)
(三) CRH 在运动应激行为中的作用 .....	(196)
(四) 内分泌激素对运动的应答与适应特征 .....	(197)
四、运动免疫学研究进展 .....	(198)
(一) 免疫调节信息物 .....	(199)

(二) 内分泌轴与运动性免疫功能变化 .....	(199)
(三) 神经、内分泌与免疫功能的调控 .....	(200)
<b>第八讲 健身和运动训练效果的生物学评价 .....</b>	<b>(205)</b>
一、认识健身和训练效果的生物学评价 .....	(205)
(一) 生物学与生物学评价 .....	(206)
(二) 健身与训练 .....	(210)
二、健身与训练效果生物学评价的进展 .....	(213)
三、健身与训练效果生物学评价的策略 .....	(215)
(一) 健身与训练效果生物学评价的主体分析 .....	(215)
(二) 健身与训练效果生物学评价的客体分析 .....	(219)
(三) 健身与训练效果生物学评价的手段分析 .....	(220)
四、健身与训练效果生物学评价的局限性 .....	(222)
(一) 影响训练或锻炼效果因素的多样性与生物学评价 自身的局限性 .....	(222)
(二) 生物学评价技术的局限性 .....	(222)
(三) 研究者认识的局限性 .....	(222)
<b>第九讲 运动与氧化应激研究进展 .....</b>	<b>(225)</b>
一、氧化应激与机体抗氧化系统 .....	(226)
(一) 活性氧及其产生 .....	(226)
(二) 机体抗氧化系统 .....	(227)
(三) 线粒体解偶联作用与抗氧化作用 .....	(228)
二、运动氧化应激与机体抗氧化能力 .....	(229)
(一) 运动与活性氧的产生 .....	(229)
(二) 运动氧化应激与氧化损伤 .....	(230)
(三) 运动与抗氧化系统 .....	(231)
(四) 抗氧化剂的补充与抗氧化能力 .....	(233)
三、运动性活性氧的生理意义 .....	(234)
(一) 活性氧与运动性疲劳 .....	(234)
(二) 活性氧与运动性肌肉损伤 .....	(235)
(三) 活性氧的信号作用 .....	(235)
(四) 活性氧与线粒体能量代谢 .....	(236)
<b>第十讲 大气污染、人体健康与运动能力 .....</b>	<b>(240)</b>
一、大气污染概述 .....	(241)
(一) 我国大气污染的现状 .....	(241)

(二) 大气污染的成因 .....	(241)
(三) 大气污染物的组成 .....	(242)
二、大气污染与健康 .....	(244)
(一) 大气污染与患病率 .....	(244)
(二) 大气污染与死亡率 .....	(244)
(三) 大气污染与呼吸系统疾病 .....	(245)
(四) 大气污染与肺功能 .....	(245)
(五) 大气污染与免疫 .....	(246)
(六) 大气污染与心脏自律性 .....	(246)
三、大气污染与运动 .....	(246)
(一) 运动者对污染物的易感性 .....	(246)
(二) 污染物与运动能力 .....	(247)
四、在不同环境中运动应注意的几个问题 .....	(249)
<b>第十一讲 运动锻炼与心脏功能 .....</b>	<b>(254)</b>
一、运动员心脏 .....	(254)
(一) 运动员心脏的结构 .....	(255)
(二) 运动员心脏的功能 .....	(258)
(三) 运动心脏与病理心脏的区别 .....	(260)
二、体育锻炼与心脏功能 .....	(261)
(一) 体育锻炼改善心功能 .....	(261)
(二) 体育锻炼对冠状动脉循环的影响 .....	(262)
(三) 提高心血管机能的运动处方 .....	(266)
三、心脏检查诊断的常用方法简介 .....	(268)
(一) 心电图和动态心电图 .....	(268)
(二) X线 .....	(269)
(三) 超声心动图 .....	(269)
(四) 磁共振成像技术 .....	(269)
<b>第十二讲 运动损伤病理、诊断与治疗的研究进展 .....</b>	<b>(272)</b>
一、运动损伤病理的研究进展 .....	(272)
(一) 骨骼肌的损伤病理 .....	(272)
(二) 韧带的损伤病理 .....	(274)
(三) 软骨的损伤病理 .....	(275)
二、高新技术在运动损伤诊断中的应用 .....	(275)
(一) 影像技术的发展与应用 .....	(275)
(二) 生物力学在预防和诊断运动损伤中的应用 .....	(276)

(三) 组织学、生物化学及分子生物学方法与运动 损伤的诊断 .....	(276)
三、运动损伤治疗的研究进展 .....	(277)
(一) 传统医学在运动损伤治疗中的应用及研究进展 .....	(277)
(二) 西医在运动损伤治疗中的应用及研究进展 .....	(281)
<b>第十三讲 人体有氧和无氧能力的测量与评价</b> .....	(289)
一、人体有氧能力的测量与评价 .....	(289)
(一) 最大摄氧量的直接测定 .....	(289)
(二) 最大摄氧量的间接评估 .....	(292)
(三) 运动能量节省化的测量与评价 .....	(293)
(四) 亚极量运动中阈的测量 .....	(295)
二、最大强度运动能力的测量与评价 .....	(302)
(一) Wingate 经典测试方案 .....	(302)
(二) 优化测试方案 .....	(303)
(三) 对无氧代谢的间接估算——最大积累氧亏 .....	(305)
三、集体项目运动员有氧及无氧能力的测量与评价 .....	(306)
(一) yo-yo 体能测试 .....	(306)
(二) 运动加速能力测试 .....	(312)
(三) 10s 最大踏车冲刺测试 .....	(312)
(四) 5 × 6s 重复踏车测试 .....	(313)
<b>第十四讲 运动强力 (促力) 手段</b> .....	(317)
一、运动员可以使用的强力物质——运动营养品 .....	(317)
二、强力物质在竞技运动中的应用 .....	(318)
(一) 国外对强力物质的应用 .....	(319)
(二) 国内对强力物质的应用 .....	(322)
(三) 运动营养品与营养素 .....	(327)
三、国内外对强力物质的管理 .....	(329)
(一) 国外对强力物质的管理和分类 .....	(329)
(二) 国内对强力物质的管理和分类 .....	(330)
<b>第十五讲 高原训练与低氧训练</b> .....	(338)
一、高原训练 .....	(339)
(一) 高原环境对运动能力的影响 .....	(339)
(二) 高原训练的起源与发展 .....	(340)
(三) 高原训练的生理学基础 .....	(340)



(四) 影响高原训练效果的因素 .....	(347)
(五) 高原训练中的几个问题 .....	(349)
二、低氧训练 .....	(350)
(一) 低氧训练的概念与发展 .....	(350)
(二) HiLo .....	(351)
(三) INHE .....	(354)
<b>第十六讲 运动训练的生物学监控 .....</b>	<b>(362)</b>
一、概述 .....	(363)
(一) 运动训练生物学监控的概念 .....	(363)
(二) 运动训练生物学监控的方法 .....	(363)
二、运动训练生物学监控中常用的指标 .....	(364)
(一) 心血管机能的监控指标 .....	(364)
(二) 氧转运功能的监控指标 .....	(365)
(三) 代谢能力的监控指标 .....	(367)
(四) 内分泌功能的监控指标 .....	(373)
(五) 神经系统功能的监控指标 .....	(375)
(六) 组织损伤的监控指标 .....	(376)
(七) 免疫系统功能的监控指标 .....	(379)
三、运动训练的综合监控 .....	(381)
(一) 负荷强度和负荷量的综合监控与评定 .....	(381)
(二) 运动员训练效果的综合监控与评定 .....	(382)
(三) 运动员身体机能恢复和过度训练的综合监控与评定 .....	(383)
(四) 运动员赛前机能的综合监控与评定 .....	(384)
四、运动员控、降体重训练期的生物学监控 .....	(384)
(一) 体成分的监测 .....	(385)
(二) 无氧代谢能力的监测 .....	(386)
(三) 心率的监测 .....	(386)
(四) 血液生化指标的监测 .....	(386)
(五) 尿液指标的监测 .....	(387)
五、运动员营养的生物学监控 .....	(388)
(一) 营养膳食调查 .....	(388)
(二) 营养的生化监控 .....	(388)
<b>第十七讲 生物芯片技术及其在体育科学领域中的应用进展 .....</b>	<b>(396)</b>
一、生物芯片及其研究进展 .....	(397)
(一) 生物芯片的概念、类型及特点 .....	(397)