



普通高等教育“十五”国家级规划教材

普通高等学校体育教育专业主干课系列教材之一
“高等教育百门精品课程教材建设计划”立项项目
全国普通高等学校体育教学指导委员会审定

高等学校教材

运动生理学

邓树勋 王 健 乔德才 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
普通高等学校体育教育专业主干课系列教材之
“高等教育百门精品课程教材建设计划”立项项目
全国普通高等学校体育教学指导委员会审定

高等学校教材

运动生理学

邓树勋 王健 乔德才 主编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

运动生理学/邓树勋,王健,乔德才主编. —北京:
高等教育出版社,2005.7

ISBN 7-04-016960-6

I. 运… II. ①邓… ②王… ③乔… III. 运动生
理-生理学-高等学校-教材 IV. G804.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第058658号

策划编辑 尤超英 责任编辑 尤超英 封面设计 刘晓翔
版式设计 范晓红 责任校对 尤静 责任印制 宋克学

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京人卫印刷厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	787×960 1/16	版 次	2005年7月第1版
印 张	33	印 次	2005年7月第1次印刷
字 数	600 000	定 价	33.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16960-00

编委名单

主 编 邓树勋(华南师范大学教授)

王 健(浙江大学教授)

乔德才(北京师范大学教授)

副主编 张 勇(天津体育学院教授)

何玉秀(河北师范大学教授)

郝选明(华南师范大学教授)

刘善云(天津体育学院教授)

黄玉山(华南师范大学教授)

编写成员(按姓氏笔画为序)

王凤阳(河北师范大学教授)

王竹影(南京师范大学教授)

王维群(苏州大学教授)

卢昌亚(上海师范大学教授)

刘洪珍(曲阜师范大学教授)

汤长发(湖南师范大学教授)

吴纪饶(江西师范大学教授)

肖国强(华南师范大学教授)

林 华(辽宁师范大学教授)

房冬梅(徐州师范大学副教授)

洪 峰(首都体育学院副教授)

郭层诚(西北师范大学教授)

胡柏平(陕西师范大学教授)

党晓云(河南师范大学副教授)

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 肌肉活动

第 1 章 肌肉活动的能量供应	10
-----------------	----

第一节 肌肉活动的能量来源	11
第二节 肌肉活动能量供应的三个系统	20
第三节 肌肉活动的代谢特征及影响因素	23

第 2 章 肌肉收缩	32
------------	----

第一节 肌肉的微细结构	34
第二节 肌肉的特性	38
第三节 细胞的生物电现象	41
第四节 肌肉的收缩原理	46
第五节 肌肉的收缩形式与力学特征	52
第六节 肌纤维类型与运动能力	60
第七节 肌肉的结缔组织	67
第八节 肌电图	68

第 3 章 肌肉活动的神经调控	74
-----------------	----

第一节 神经系统及其功能	75
第二节 神经系统的感觉功能	82
第三节 躯体运动的神经调控	90

第二篇 运动的生理支持系统

第 4 章 激素与运动	112
-------------	-----

第一节 内分泌、内分泌腺与激素概述	113
-------------------	-----

第二节	激素作用的机制和调节	119
第三节	主要内分泌腺的内分泌功能	123
第四节	功能器官的内分泌及激素	132
第五节	运动与内分泌功能	135
第 5 章	血液与运动	143
第一节	血液的组成与特性	144
第二节	血液的功能	148
第 6 章	呼吸与运动	157
第一节	肺通气	158
第二节	气体的交换	165
第三节	呼吸运动的调节	167
第 7 章	循环与运动	171
第一节	心脏生理	173
第二节	血管生理	185
第三节	心血管活动的调节	190
第四节	运动时心血管功能的变化	197
第 8 章	酸碱平衡与肾脏排泄	203
第一节	酸碱物质的来源	204
第二节	酸碱平衡的调节	206
第三节	运动时机体酸碱平衡调节的特点	220
第三篇 体育锻炼与运动训练的生理学		
第 9 章	体适能与运动处方	228
第一节	体适能与健康	229
第二节	运动处方	235
第 10 章	肥胖与体重控制	245
第一节	肥胖 (Obesity)	246
第二节	运动与体重、体成分控制	260

第三节	肥胖与运动减肥	268
第 11 章	运动与免疫	277
第一节	免疫学的基本知识和理论	279
第二节	“流动脑”与神经 - 内分泌 - 免疫调节网络	286
第三节	身体运动对免疫机能的影响	289
第四节	运动性免疫抑制现象	292
第五节	免疫调理的基本思路 and 措施	297
第 12 章	肌肉力量	301
第一节	肌肉力量及其影响因素	302
第二节	肌肉力量的检测	311
第三节	肌肉力量训练	315
第 13 章	有氧运动能力	325
第一节	吸氧量和氧亏	326
第二节	有氧工作能力	328
第三节	有氧耐力的测定法及其评定	337
第 14 章	运动训练的生理学原理	340
第一节	运动过程中人体机能状态变化的规律	341
第二节	运动训练的生理本质	347
第三节	运动训练效果的生理学评定	351
第 15 章	运动性疲劳与恢复过程	357
第一节	运动性疲劳	358
第二节	恢复与提高过程	368
第 16 章	运动强力手段	376
第一节	概述	377
第二节	生理学手段	378

第三节	营养学手段	381
第四节	药理学手段	389
第 17 章	兴奋剂与运动	393
第一节	兴奋剂概况	394
第二节	兴奋剂问题的生理学分析	397
第 18 章	环境与运动	406
第一节	冷热环境	407
第二节	水环境与运动	415
第三节	高原环境与运动	417
第四节	大气环境与运动	422
第五节	生物节律	427
第四篇 不同人群与运动		
第 19 章	儿童少年与体育锻炼	434
第一节	儿童少年的生理特点	435
第二节	动作技能和身体素质的发展	442
第三节	运动定向的生理学依据	448
第 20 章	女子与体育锻炼	454
第一节	女子的生理特点与运动能力	455
第二节	月经周期、妊娠与运动	460
第 21 章	老年人与体育锻炼	468
第一节	衰老与老年人	468
第二节	老年人生理特点与健身作用	470
第三节	老年人的健身运动方案	476
第 22 章	残障人与体育锻炼	480
第一节	概述	481

第二节	残障人的分类与分级	483
第三节	残障人的生理特点	486
第四节	残障人的康复	488
第五节	残障人体育活动	492
第 23 章 若干疾病的体育锻炼		497
第一节	运动与高脂血症	498
第二节	运动与高血压	504
第三节	运动与糖尿病	510

绪论

什么是运动生理学？

运动生理学研究什么？

运动生理学和健身、竞技有什么关系？

生理学是研究生物体生命活动规律的生物学分支学科，它的研究对象是有生命的活体，一切生理学的理论都来源于实验。早在公元300~400年的我国古代医疗实践经验的理论总结成果《黄帝内经》一书中就有了经络、脏腑、营卫气血等生理学理论的阐述。近现代生理学与多学科间的广泛交叉渗透和应用新技术，在整体观点下运用实验的方法探讨机体各部分的功能及其内在的联系。从宏观开始逐渐深入到微观，应用物理学、化学和生物学的研究方法从细胞和分子、器官和系统以及整体三个水平上揭示生命活动的规律。

人体生理学是研究正常人体生命活动规律和人体各器官系统生理功能的科学。作为体育教育专业的重要基础课程，人体生理学在阐明有关人体正常功能的调控规律的基础上，进一步探讨和认识在急性运动或长期系统的体育锻炼下对人体机能影响的规律及机制，懂得体育教学和运动训练过程中的生理学原理，掌握不同年龄、性别和训练水平的人群进行各种项目运动时的生理特点，在实际应用中科学地指导体育锻炼和运动训练，以达到增进健康、增强体质、提高运动水平的目的。因此，体育教育专业开设的运动生理学课程，其内容包括正常人体生理及运动生理两方面内容。

运动生理学是人体生理学的一门应用分支学科，它是从实用运动生理的角度研究人体在体育运动的影响下机能活动变化规律的科学，是体育科学基础理论的应用学科。它在实验的基础之上研究人体对急性运动的反应和长期运动训练的适应所引起的机体结构和机能变化规律。运动生理学研究人体在体育活动和运动训练影响下结构和机能的变化，研究人体在运动过程中机能变化的规律以及形成和发展运动技能的生理学规律，探讨人体运动能力发展和完善的生理学机理，论证各种科学的训练原理和训练方法等。运动生理学通常与运动解剖学、运动生物化学、体育保健学、运动医学、运动营养学、遗传学等相互配合进行综合而系统的研究。

近年有人提出竞技运动生理学的概念,进一步把运动生理学的相关概念用于提高运动员训练水平和运动能力的研究,竞技运动生理学是将运动生理学应用于解决竞技运动特殊问题的应用性学科。因此,运动生理学又衍生出另外一个分支——竞技运动生理学。

一、运动生理学的发展

运动生理学的发展是和生命科学的发展紧密联系的。运动生理学源于人体解剖学与人体生理学。16世纪,解剖学奠基人比利时医生安德烈·维萨里(Andreas Vesalius, 1514—1564)出版了具有划时代意义的医学巨著《人体的结构》(Fabrica Humani Corporis),指明了正确认识人体的研究方向。到17世纪,英国生理学家威廉·哈维(William Harvey, 1578—1657)真正开创了以实验为特征的近代生理学研究的先河。早期大多数学者对生理现象的解释仅仅拘泥于对现象的观察和表象的描述阶段。例如,由于受到条件限制使观察者只能通过肉眼识别骨骼肌的变化,通常人们尝试对肌肉收缩产生力量的解释只限于对骨骼肌收缩时其体积和形态变化的描述。直到荷兰科学家列文虎克(Anton Van Leewenhoek)发明显微镜,解剖学家才终于发现了肌纤维的存在。在17、18世纪,实验技术和物理、化学等学科的进步都给生理学的发展准备了良好的条件。

相对于整个科学界来说,运动生理学是一门相当年轻的学科,其发展可追溯至18世纪以前的古希腊罗马时代,当时很多努力进行科学研究的人员在这一领域的研究目的是为了获得关于健康保健的医学知识。19世纪末至20世纪初,实验生理学的建立奠定了运动生理学研究的基础。

1889年法国的拉格朗热(Fernand LaGrange)出版了运动生理学早期的教科书《身体运动的生理学》;他的著作还有《疲劳与休息》、《不同年龄人身体锻炼的生理学》。第1个设计和制造了肌功能描记器的意大利学者莫索(A. Mosso)曾对疲劳问题进行了系统的研究。1919年英国的生理学家班布里奇(F. A. Bainbridge)出版的《肌肉运动的生理学》对运动中的能量转换、氧和营养物的供应及其机能等问题进行了探讨。1923年,德国梅霍耶夫(O. Meyerhof)通过无氧实验发现葡萄糖酵解产生乳酸为肌肉收缩提供能量的事实以来,30年代经过龙斯加德(E. Lundsgaard)和后来的罗曼与菲克斯(Lohman & Fiske)等人的探索和校正,最终建立了肌肉收缩过程中ATP分解释能的供能系统的理论。

运动生理学的先锋——伦敦大学的希尔(A. V. Hill)和他的同事的研究

成果为理解整个身体的能量代谢提供了基本框架。希尔对人体在激烈运动时的生理反应进行了更为系统深入的探索,希尔在 20 年代即已发表了《肌肉活动》、《人的肌肉运动——影响速度和疲劳恢复的因素》和《有生命的机器》等著作,论述精辟并密切结合运动实际。他提出的关于肌肉工作的许多论点至今仍为学者们所引用。1921 年希尔因能量代谢的研究而荣获诺贝尔奖,他在人体运动的生理学研究方面奠定了运动生理学作为生理学一个独立分支的基础。

19 世纪 80 年代现代奥林匹克运动的复兴和 1894 年国际奥委会的组建激起人们开展运动生理学研究的热潮。1927 年由世界著名的生物化学家亨德森(L. J. Henderson)建立的哈佛疲劳实验室(美国)掀开了运动生理学系统实验的新一页,该实验室成为当时国际运动生理研究人才的摇篮。实验室由斯坦福大学的一位年轻的生化专家蒂尔(David Bruce Dill)牵头,他带领一批年轻而极具才华的科学家在哈佛疲劳实验室从事不少关于耐力运动的生理机制、运动与环境(如高原环境、热环境)的生理反应、营养、衰老和高海拔气候的应激性等的研究。第二次世界大战爆发后,哈佛疲劳实验室进行了由政府资助的服务于陆军、海军和空军部队军事体能方面的研究。20 世纪 30、40 年代末期,哈佛疲劳实验室成为世界研究运动生理学的中心,而且成为美国和世界各地的其他实验室的发展的最初模式,为后来的现代运动生理学研究的蓬勃发展奠定了基础。哈佛疲劳实验室不但为世界运动生理学发展培养了大量遍布世界各地的杰出人才,而且为在世界范围内掀起新的运动生理学研究热潮开拓道路。

在现代运动生理学的发展进程中,北欧的学者们做出了不可磨灭的贡献。奥斯特朗(Åstrand)在 20 世纪 50 年代和 60 年代进行了大量有关耐力运动及身体素质方面的研究。最先由希尔提出的作为运动机能评定指标的“最大摄氧量”概念,则是通过奥斯特朗等进行了广泛研究后才确定了它的实用价值及测定标准。1970 年奥斯特朗和罗达尔(K. Rodahl)所著的《运动生理学》(Textbook of Work Physiology)问世,内容丰富全面,详实反映了现代运动生理学的科研成果。另外,各国运动生理学家福克斯(E. L. Fox)、伯杰(R. A. Berger)、麦克亚德(W. D. McArdle)等都著有各具特色的《运动生理学》专著,并深受学术界的青睐。自 50 年代以来,奥斯特朗、罗达尔、阿斯特姆森、赛尔汀等在运动生理学研究领域不断取得新成就,他们提出的有氧工作能力、无氧工作能力和 PWC_{170} 等概念在运动生理学科中至今仍广为沿用。

在运动生理学的发展中,前苏联在运动生理学方面的研究不容忽视。巴甫洛夫(Ivan Petrovich Pavlov, 1849—1936)从研究消化的生理过程中发现条

件反射现象,从而开创了条件反射的研究,建立了高级神经活动的学说。前苏联运动生理学研究沿着巴甫洛夫条件反射学说的理论基础建立了独具特色、具有相对完整体系的学科。克列斯托甫尼可夫、吉姆金、法尔费利和雅可甫列夫等人的工作都对运动生理学的发展产生了深远的影响。

在亚洲,1916年日本的吉田章信曾著有《运动生理学》,阐述运动的生理效果,其内容还只是偏重于形态学的体格测量。其后东龙太郎主持东京的体育学科讲座,也曾从事运动生理学的研究。猪饲道夫是日本现代运动生理学的拓建者,他领导东京大学的运动生理研究室为日本培养了运动生理学的专门人才,并在运动生理学 with 运动生物力学的综合研究方面也做出了卓越的贡献。

在我国,古代战国末年《内经》中就有“心主脉”的记载,也许是对生理学最早的朴素认识。中国近代生理学创始于20世纪20年代,虽然运动生理学在我国作为独立学科的研究历史起步较晚,但早在1924年我国的生理工作者程瀚章即已编写了中国近现代早期的运动生理学专著——《运动生理》,现今多个版本分藏于我国各地图书馆中。全书分总论和各论两部分,介绍体育锻炼、功能状态、生长发育的重要性以及体育对人体各器官的生理影响。书中引用了大量日本、德国、瑞典等东、西方国家学者对人体各系统在运动时的机能变化文献研究,主要是以人为研究对象。全书编写体系与现代运动生理学大体相同。随后,我国生理学家蔡翘教授编写的《运动生理学》(1940年),赵敏学编著的《实用运动生理学》(1951年)等著作成为我国当时体育系、科的主要参考书。我国各地开始运动生理学外文专著的翻译以及运动生理学实验研究器材的引进后,运动生理学的研究有了很大的跃进。七八十年代中国体育科学学会及所属中国运动医学学会成立以来,运动生理学各项研究成果以及国外资料和专著的引入,使运动生理学术活动、国际间的学术交流日趋活跃,部分研究已跨入国际行列,使我国运动生理学成为一门独立的学科而蒸蒸日上。

在讨论运动生理学的发展时,不能忽略运动生理学研究技术的发展,科学技术的发展在当代运动生理学的发展中起着举足轻重的作用。17世纪列文虎克(Anton Van Leeuwenhoek)发明了光学显微镜,使医学生理学研究提高到细胞水平;到20世纪60年代电子显微镜的发明,使运动生理学的研究跨进了超微结构时代。60年代初,伯格斯特隆(J. Bergström)将肌肉组织的针刺活检技术应用到运动生理研究,成为开创研究人类肌肉生化和肌肉营养方法学上的里程碑。20世纪70年代以后,由于分子生物学和信息科学等学科的发展及微电极生理和超微分析等新的实验技术方法的改进,多种生理现象又可

通过遥测仪器、多导仪记录、换能,可以在人体运动状态下不干扰运动过程并获得测试实验资料。现代运动生理学研究辅助手段层出不穷,借助计算机记忆系统处理和综合分析实时资料,使动态的和整体水平的研究也达到了新的高度,促使运动生理学的研究跨入了一个新的时代。

二、运动生理学的研究现状

1. 运动生理学的基础研究

运动生理学在历史的长河中虽然十分年轻,但是,它已经在数代生理工作者的努力下建成了自己的理论基础、实验手段,有较成熟的专著、教材、成果以及一支高水平的队伍,可以说已建成了较成熟的学科。19世纪细胞学说等的建立促使生理学研究开始进入全盛时期;20世纪不仅是科学革命的世纪,也是技术革命的世纪,随着现代物理、数学、化学、计算机等基础科学和先进技术的迅猛发展以及相关学科间的交叉渗透,使生理学的研究有了很大的进展,对生命活动规律的认识发生了质的飞跃。运动生理学与生物化学、分子生物学、生物物理、免疫学、细胞和遗传学等学科研究成果融会贯通产生新兴分支学科,注重从细胞和分子水平上探讨运动对机体功能活动影响的本质问题。

分子生物学及生物技术的崛起仅有20年的时间,现已几乎渗透到运动生理学研究的所有领域,促使现代运动生理学从细胞水平向分子水平深入发展。如细胞凋亡、基因工程、细胞膜信号跨膜转导等已成为运动生理学基础研究的前沿热点。运动与神经-内分泌-免疫网络理论、运动与氧化应激、运动与自由基、运动与细胞凋亡等理论的研究成果为运动实践提供必要的理论基础。

20世纪70年代兴起的分子水平研究经过80年代和90年代的技术积累以及21世纪人类基因组计划和后基因组计划的推进的实施,为推动运动人体科学进步带来的空前机遇,将引领运动生理学研究的迅猛发展。

2. 运动生理学的应用研究

运动生理学应用于竞技运动方面,以竞技运动员为主要研究对象,研究内容为提高运动成绩的奥运会比赛项目,解决运动员在训练和比赛中存在的实际问题。20世纪90年代中期以后,为增强国民体质,对于群众体育和国民体质的研究日渐深入,各地相继开展大众健身运动研究。竞技运动的发展、人类追求健康的需求、延缓衰老、疾病的预防与治疗、提高生命质量和整体健康水平成为了社会关注的焦点,促使了运动生理学应用研究的日趋发展。

在研究方法上,自动化操作程度和评价水平不断提高,便携式、现场式机能状况监测仪器的应用,生理生化监测方法手段与高科技应用的有力结合和

互相渗透推动了竞技体育与大众健身研究的发展。微创技术、基因治疗、CT、超声和核素扫描等技术开始在运动创伤治疗和诊断中发挥作用;血、尿常规快速检测、同位素技术、生物芯片、分子生物学技术等被用于机能评定、兴奋剂检测、科学选材的诸多方面。利用人工智能技术研制的专家系统还可帮助研究人员分析检查结果和制定运动健身计划。

未来竞技运动赛场上的较量更多是借助高科技手段、先进仪器的研制开发、科技创新的辅助训练手段等实现运动员技术的改进和身体功能的提高,如运动训练对人体各种身体运动能力的影响及其生理学机制研究;不同训练方法的生理学评定;运动训练身体生理机能监控;高原训练对身体机能影响的研究;运动性疲劳机理和身体机能恢复手段;基因多态分析与运动员选材的研究;运动营养与运动员运动能力和身体机能恢复的研究;运动与低氧、寒冷适应等特殊运动环境生理研究;激光对运动性疾病的防治等;运动对延缓衰老作用;运动免疫的营养和药物调理等方面。

国民的身体素质是世界公认的社会进步的重要标志。由不良生活方式造成的心脏病、高血压、糖尿病等慢性病发病率日渐上升的情况下,大众健身领域开展了大量研究,如针对不同人群及个体进行科学健身指导的健身运动处方研究;运动与肥胖、糖尿病的防治研究;运动与心脏微损伤机制的研究;不同运动处方对血脂异常的调节作用的研究;运动与延缓衰老等,从不同角度探索了运动健身的理论基础,为大众运动健身实践提供了重要的科学指导。

三、运动生理学的发展展望

科学技术的进步使运动生理学的研究日益深入、研究方法技术也日趋先进。在生命科学世纪,运动生理学的发展在继续从分子水平深入研究的同时,围绕功能问题展开整合调控的研究是运动生理学发展的重要方向,在整合性研究中充分发挥基础研究的应用价值。细胞、分子水平的研究已深入到细胞内部环境的稳态及其调节机制、细胞跨膜信息传递的机制、基因水平的功能调控机制等方面,在整体水平研究方面,充分运用学科的交叉渗透进行深入的研究。

一些经典的研究手段方法,如心肺功能检测、能量代谢、血液流变学、身体组成等,仍有广阔研究空间。在人类基因组计划完成的后基因组时代,竞技运动生理学研究更注重从基因与运动能力的遗传角度研究人体运动能力、运动员选材等方面的分子生物学机制;研究组成人体运动能力的某些特定性状的遗传与变异规律;运动心脏重塑的基因表达发生机制;细胞凋亡和氧化应激等

信号传导途径;基因选材的研究等。

透过现代的先进科技、仪器设备以及全新观念,为传统运动生理学的课题继续深化研究和普及赋予新的生命,为基础研究提供了大量灵敏高效的仪器设备和相应的技术,包括如体成分分析仪、电学检测、化学分析、显微操作,电子放大和计算机技术、核磁共振技术(MRI)、计算机 X 线断层摄影技术(CT)、自旋共振技术(ESR)、生物芯片技术(Biochip Technology)、反转录-聚合酶链式反应方法(RT-PCR)、基因表达、激光扫描共聚焦显微镜技术、信息科学技术、纳米科技、克隆技术、干细胞技术将在运动生理基础和应用研究中获得空前发展。先进方法手段的应用显示运动生理作为一门成熟学科在新的科学时代发展的生命力。

未来整合运动生理学研究的重要方向将通过致力孕育及发展竞技运动和大众健身理论的研究来揭示人体运动规律,提高运动潜能,倡导健康促进计划。不但使得运动生理学在传统的研究领域(肌肉活动、循环与呼吸系统反应、运动的神经控制机制、体型与身体组成、环境与运动生理反应等)方面拥有更加深入的发展,有关运动生理学与遗传医学、生物化学、免疫学、营养学等学科的整合性研究,更促进运动生理学的进展,使个体可以实现更加积极和健康的生活方式,推动竞技体育与大众健康事业的发展跨入一个崭新的时代。

参考文献

1. 邓树勋,洪泰田,曹志发. 运动生理学. 高等教育出版社,1999
2. 邓树勋,王健. 高级运动生理学-理论与应用. 高等教育出版社,2003
3. Jack H. Wilmore, David L. Costill. Physiology of Sport and Exercise. 1994
4. 体育学院通用教材. 运动生理学. 北京:人民体育出版社,1990
5. 程瀚章. 运动生理. 万有文库. 第1集. 上海:上海商务印书馆. 1929
6. 程瀚章. 学校卫生论. 万有文库. 第1集. 上海:上海商务印书馆. 1930
7. 唐量,熊正英,张英起. 运动与骨骼肌细胞信号转导机制的研究进展. 中国运动医学杂志. 2004,23(5)
8. Kasikcioglu E, Kayserilioglu A, Ciloglu F et al. Angiotensin - converting enzyme gene polymorphism, left ventricular remodeling and exercise capacity in strength - trained athletes. Heart Vessels. 2004 Nov;19(6):287 - 293
9. Woods DR, World M, Rayson MP, et al. Endurance enhancement related to the human angiotensin I - converting enzyme I - D polymorphism is not due to differences in the cardiorespiratory response to training. Eur J Appl Physiol. 2002 Jan;86(3):240 ~ 244

10. 张振民,周末艾,张云等. 采用脑生物电诱发试验诊断优秀运动员中枢疲劳. 中国运动医学杂志. 2004,23(4)
11. 常芸. 面向 21 世纪的运动医学研究(综述). 中国体育科技. 2002,38(4)
12. 蔡冬青,陈启明,李明. 大鼠快肌与慢肌水溶性蛋白组的比较. 中国运动医学杂志. 2004,23(6)
13. Levine BD, Stray - Gundersen J, Duhaime et al. Living high - training low; the effect of altitude acclimatization/normoxic training in trained runners. Med Sci Sports Exerc, 1991, 23:25
14. 胡扬. 中国运动医学杂志. 模拟高原训练的新发展——从 HiLo 到 HiHiLo. 2005,24(1)
15. Robert A. Robergs, Roberto Landwehr. The surprising history of the "HRmax = 220 - age" equation. EQUATION. Journal of Exercise Physiology. 2002;5(2):1~10
16. Muller MJ, Bosy - Westphal A, Kutzner D, et al. Metabolically active components of fat free mass (FFM) and resting energy expenditure (REE) in humans. Forum Nutr. 2003;56:301~303
17. Green JS, Stanforth PR, Rankinen T, et al. The effects of exercise training on abdominal visceral fat, body composition, and indicators of the metabolic syndrome in postmenopausal women with and without estrogen replacement therapy: the HERITAGE family study. Metabolism. 2004 Sep;53(9):1192~1196
18. 田振军,张小玲,张志琪. 运动性肥大心肌活细胞胞浆游离 Ca^{2+} 动态变化的激光共聚焦研究以及局部 IGF - I 和 Ang - II 的变化. 中国运动医学杂志. 2004,23(6)
19. 邓伟明,孙学川,范晓燕. 基于 Polar 表数据的体能训练生理负荷强度分析系统的研究. 生物医学工程学杂志. 2004;21(5):779~783

(华南师范大学 邓树勋)