



经全国高等学校体育教学指导委员会审定通过
全国普通高等学校二、三年制体育教育专业教材

人体生理学

主编 吴鉴鑫 汪保和 卢昌亚



 广西师范大学出版社



经全国高等学校.....审定通过
 全国普通高等学校二、三年制体育教育专业教材

RENTI SHENGLIXUE
人体生理学

◇ 主编 吴鉴鑫(广西玉林师范学院)
 汪保和(湖南师范大学)
 卢昌亚(上海师范大学)



广西师范大学出版社

· 桂林 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

人体生理学 / 吴鉴鑫, 汪保和, 卢昌亚主编. —3 版.
桂林: 广西师范大学出版社, 2000.7 (2005.7 重印)
全国普通高等学校二、三年制体育教育专业教材
ISBN 7-5633-0831-8

I. 人… II. ①吴… ②汪…③卢… III. 人体生理学—高等学校—教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 32789 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市育才路 15 号 邮政编码: 541004)
网址: <http://www.bbtpress.com>

出版人: 肖启明

全国新华书店经销

桂林日报印刷厂印刷

(广西桂林市八桂路 2 号 邮政编码: 541001)

开本: 890 mm × 1 240 mm 1/32

印张: 8.25 字数: 246 千字

2000 年 7 月第 3 版 2005 年 7 月第 5 次印刷

印数: 55 001~58 000 册 定价: 9.70 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

编写说明

为了全面落实国家教育部 1998 年颁发的《全国普通高等学校二、三年制体育教育专业学科课程方案》(以下简称《课程方案》),促进我国体育教育专业教材建设,培养口径宽、素质高、能力强、适应广的新世纪中、小学体育师资,受国家教育部体育卫生与艺术教育司的委托,广西师范大学出版社组织全国体育教育界的专家、学者,成立了全国普通高校二、三年制体育教育专业教材编写委员会,按《课程方案》的主要内容和基本要求,修订和编写了这套体育教育专业教材。

这套教材共 34 种,分两批出版。第一批出版的教材有《篮球》、《排球》、《足球》、《体操》、《田径》、《人体解剖学》、《体育保健学》、《武术》、《人体生理学》、《体育心理学》、《体育统计学 体育测量学》、《舞蹈 体育舞蹈 艺术体操》、《学校体育学》、《健康教育学》14 种,这些教材为必修课教材。除《健康教育学》是按《课程方案》新编的教材外,其余 13 种均是在广西师范大学出版社已出版并经全国高等学校体育教学指导委员会审定的“全国高等院校体育教育专业专科教材”的基础上,按《课程方案》的要求并根据体育教育学科发展的特点全面修订改编而成的。第二批出版的教材有《运动生物化学 运动生物力学》等 20 种。在第二批出版的教材中,除《体育史》、《体育概论》等少数几门教材为二、三年制体育教育专业必修课教材外,其他绝大多数教材均为选修课教材。因本、专科选修课的课程、学时、要求基本相同,故第二批教材同时可供本、专科选用。

这次教材修订、编写工作,是在国家教育部体育卫生与艺术教育司和全国高等学校体育教学指导委员会直接领导下进行的,并得到了中国高等教育学会师专体育分会的悉心指导。我们在修订、编写工作中严格执行编、审分离的原则,在全国范围内组织作者,选聘教材审定专

家。作者队伍具有覆盖面广、学历高、职称高、年富力强等特点。200多位作者来自全国除港、澳、台以外的所有省市；他们中大多具有副教授以上职称，其中具有博士学位的有18人，硕士学位的有35人，有15人是教育部全国高等学校体育教学指导委员会委员；多为40岁左右的中青年骨干教师。教材的审稿人员都是来自全国各著名院校的专家。强大的编、审阵容保证了本套教材编审规范、有序、优质、高效地进行。第一批教材从启动到出版，历时15个月。这批教材已通过国家教育部全国高等学校体育教学指导委员会审核，可以作为高等院校体育教育专业专科和函授专科教材，也适用于教育学院和初等教育学院、电大普通师范体育专业使用，还可作为体育技术学院、体育运动学校以及在在职的中师和初中体育教师培训用书。此外，这批教材也是在职体育教师很好的教学参考书和继续教育的学习用书。

修订、编写的教材充分注意到以《课程方案》规定的课程的主要内容及基本要求为依据，把握体育教育发展中课程增多、学时数减少的特点，严格控制教材篇幅，使确定的32种教材涵盖了《课程方案》规定的60多门课程。新编的《民族体育》和《休闲体育》，主要是为了配合开展全民健身运动而组织编写的，是校内外都迫切需要的全民健身指导书。在这些教材中，除主干课教材保持一科一种外，其他篇幅较小的教材，均按相近学科分编后合册。在修订、编写过程中，尽可能借鉴同类教材和第一版专科教材的编写优点，遵循体育教育发展的规律，构建体现素质教育观念的新世纪专科体育教材体系，努力编成一套门类齐全，既反映当前体育课程改革的发展概况，又突出教材思想性、科学性、师范性、实用性等特点的体育教育专业专科教材。

《人体生理学》教材是本套教材中的必修课教材，由吴鉴鑫、汪保和、卢昌亚主编。参加编写的人员（以姓氏笔画为序）及其分工如下：卢昌亚（上海师范大学）负责编写第五、八、九章；李广宇（河北廊坊高等师范专科学校）负责编写第六、十二章；汪保和（湖南师范大学）负责编写第一、二、三、四章；吴鉴鑫（广西玉林师范学院）负责编写绪论、第十一、十四、十五章；杨永亮（广西师范大学）负责编写第十、十六章及实验部分；郭红（华南师范大学）负责编写第七、十三章，全书最后由吴鉴鑫

统稿。

这次教材的修订、编写及出版工作,得到国家教育部体育卫生与艺术教育司、全国高等学校体育教学指导委员会、中国高等教育学会体育分会和有关省市教育厅体育卫生与艺术教育处以及参编院校的领导和老师,特别是广西师范大学领导的大力支持,本套教材的出版者——广西师范大学出版社全力投入,广西师范大学体育系积极协助。在此,我们特向所有参与、支持本套教材编写出版的单位、领导与教师表示深深的谢意。

面对种类繁多的课程以及体育教育专业改革的迅速发展,我们在借鉴、继承、探索中编写出版了这套教材,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

全国普通高等学校二、三年制体育教育专业教材
编 委 会

2000年6月

全国普通高等学校二、三年制体育教育专业教材 编写委员会

主任委员:

邓树勋(教授,全国高等学校体育教学指导委员会理论学科组组长)

季克异(研究员,国家教育部体育卫生与艺术教育司体育处处长)

孙民治(教授,全国高等学校体育教学指导委员会副主任)

常务副主任委员:

李英贤(教授,广西师范大学出版社特聘编辑)

副主任委员:

黄汉升(教授,全国高等学校体育教学指导委员会技术学科组组长)

常生(教授,中国教育学会师专体育分会秘书长)

汤志林(副编审,广西师范大学出版社副总编辑)

黄小鹏(副研究员,广西教育厅体育卫生与艺术教育处处长)

陈仲芳(编审,广西师范大学出版社体育编辑室主任)

黄 纛(教授,全国高等学校体育教学指导委员会委员)

王传三(副教授,广西柳州师专校长)

姚辉洲(教授,广西体育高等专科学校校长)

顾问:

宋尽贤(研究员,国家教育部体育卫生与艺术教育司前司长)

王步标(教授,前全国高校体育专科教材编委会主任)

委员(以姓氏笔画为序):

于明涛、于振峰、万昌智、马彦君、王文生、王传三、王 健、王 蒲、王立国、
王步标、王钦若、王家宏、王超英、王鸿翔、韦内灵、方协邦、仇建生、邓树勋、
卢义锦、卢昌亚、白士高、甘式光、甘建辉、左铁儿、孙民治、孙绪生、刘小可、
刘 晶、刘举科、刘靖南、曲天敏、许庆发、纪仲秋、李 进、李永生、李 祥、
李金龙、李建军、李 薇、李永智、李宗浩、李英贤、吴 义、吴纪饶、吴环成、
吴鉴鑫、余万予、肖 洁、岑汉康、宋尽贤、汤志林、陈上越、陈仲芳、陈文卿、
陈松城、陈国耀、陈照斌、张玉生、张 强、张建军、张继红、张露萍、汪保和、
郑 旗、杨 霞、杨雪芹、季克异、金建秋、邵季森、周 兵、周亚琴、周建社、
赵 全、赵 斌、荣湘江、胡小明、胡英清、胡振铎、姜桂萍、郭李亮、姚辉洲、
夏云建、殷玲玲、徐晓阳、袁镇澜、高 健、常 生、黄 纛、黄小鹏、黄元汎、
黄汉升、黄宽柔、梁柱平、梁慈民、谢 清、谢 翔、谭平平、谭兆凤、蔡仲林、
熊 焰、薛 龙、颜天明

目 录

绪 论	1
一 人体生理学的任务、研究对象与方法	1
二 生命现象的基本特征	2
三 生理功能的协调	3
四 细胞的基本功能与生物电现象	7
第一章 血液	11
第一节 血量和血液的理化性质	11
一 血量和红细胞比容	11
二 血液的理化性质	12
第二节 血液的功能	14
一 血细胞的功能	14
二 血浆成分及其功能	16
第二章 血液循环	18
第一节 心脏的泵血功能	18
一 心率与心动周期	19
二 心脏的泵血过程	20
三 心泵功能的评价	21
四 心泵功能的贮备	23
第二节 血流与血压	24
一 动脉血压与脉搏	24
二 静脉血压与血流	28
三 微循环	29
第三节 心血管活动的调节	30

一 神经调节	31
二 体液调节	33
三 运动时血液循环功能的变化及其调节	34
第三章 呼吸	39
第一节 肺通气	40
一 肺通气的原理	40
二 肺通气功能的评价	43
三 肺通气的调节	45
第二节 气体的交换与运输	48
一 气体交换	48
二 气体运输	50
第四章 有氧工作能力的评价	54
第一节 运动时氧的供需	54
一 需氧量	54
二 吸氧量	55
三 氧亏	55
四 运动后的过量氧耗	56
第二节 有氧工作能力的评价	57
一 最大吸氧量	57
二 无氧阈	60
第五章 物质代谢与能量代谢	64
第一节 物质代谢	64
一 三大物质的代谢	64
二 代谢终产物的排泄	67
第二节 能量代谢	69
一 能量代谢的测定	69
二 影响能量代谢的因素	71
三 基础代谢	72
第三节 运动与供能系统	73
一 运动时的能量供应过程	73

二 人体内三种能量系统的特性	75
三 能量连续统一体的概念和应用	77
第六章 肌肉的收缩和肌纤维类型	84
第一节 肌肉的收缩过程	85
一 骨骼肌的收缩	85
二 肌肉的工作形式	88
第二节 肌纤维类型与运动能力	90
一 两类肌纤维的形态、代谢及功能特征	91
二 肌纤维类型与运动能力	93
三 训练对两类肌纤维的影响	94
第七章 感觉与运动	97
第一节 概述	97
一 感受器与感觉器官	97
二 感受器的一般生理特征	97
第二节 视觉	99
一 视觉的形成	99
二 视觉功能的评价	101
第三节 听觉和位觉	102
一 听觉	103
二 位觉(前庭感觉)	104
第八章 激素	108
第一节 概述	108
一 内分泌腺与激素	108
二 激素的生理作用	108
三 激素的作用原理	109
四 激素的作用特点	110
五 激素分泌的调节	111
六 人体各主要内分泌腺的功能概述	112
第二节 激素与运动	113
一 肾上腺髓质激素与运动	113

二	肾上腺皮质激素与运动	115
三	胰岛素和胰高血糖素与运动	116
四	生长激素与运动	116
五	雄性激素与运动	117
第九章	中枢神经系统的功能	119
第一节	中枢神经系统的感觉传导功能	119
一	脊髓的感觉传导功能	119
二	丘脑及其投射系统	120
三	大脑皮层的感觉分析功能	122
第二节	中枢神经系统对躯体运动的调节	125
一	脊髓对躯体运动的调节	125
二	脑干对姿势的调节(姿势反射)	126
三	小脑对躯体运动的调节	128
四	大脑皮层对躯体运动的调节	129
第三节	中枢神经系统对内脏活动的调节	132
一	植物性神经系统的结构和功能特点	132
二	植物性神经系统的功能	135
第四节	中枢神经系统的高级功能——条件反射	136
一	条件反射与非条件反射	136
二	条件反射形成的生理过程	136
三	条件反射形成的生理机制	137
四	条件反射的泛化与分化	138
五	条件反射的消退	138
六	条件反射的生物学意义	139
七	人类的条件反射	139
第十章	运动技能形成的生理学分析	141
第一节	运动技能形成的生理机制	141
一	运动技能形成的条件反射学说	141
二	运动技能形成的控制论学说	143
第二节	运动技能形成过程及影响因素	145

一 运动技能形成过程的时相分析·····	145
二 促进运动技能形成的因素·····	148
第十一章 身体素质的生理学分析·····	151
第一节 力量·····	151
一 力量的分类·····	151
二 影响肌肉力量的因素·····	152
三 力量的训练·····	153
第二节 速度·····	158
一 影响速度的生理因素·····	158
二 速度的训练·····	159
第三节 耐力·····	160
一 有氧耐力·····	161
二 无氧耐力·····	165
第四节 灵敏与柔韧·····	167
一 灵敏·····	167
二 柔韧·····	168
第十二章 运动过程中人体生理功能的变化·····	170
第一节 赛前状态与准备活动·····	170
一 赛前状态·····	170
二 准备活动·····	172
第二节 进入工作状态与稳定状态·····	173
一 进入工作状态·····	173
二 稳定状态·····	175
第三节 运动性疲劳·····	177
一 运动性疲劳产生的机制·····	177
二 促进疲劳消除的措施·····	179
第四节 恢复过程与整理活动·····	180
一 恢复过程·····	180
二 整理活动·····	182

第十三章 儿童少年、女子及老年人的生理特点与体育运动	184
第一节 儿童少年的生理特点与体育锻炼	184
一 各系统生理特点及体育锻炼应注意的问题	184
二 身体素质的发展	187
第二节 女子的生理特点及体育锻炼	188
一 女子的生理特点	188
二 月经周期与运动	189
第三节 老年人的体育锻炼	191
一 运动对延缓衰老过程的影响	191
二 老年人体育锻炼的生理原则	194
第十四章 体育教学与训练的生理学基础	196
第一节 训练原则与方法的生理学分析	196
一 训练原则的生理学分析	196
二 几种训练方法的生理学分析	199
第二节 生理负荷量	203
一 影响生理负荷量的主要因素	203
二 评价生理负荷量的生理指标	204
第十五章 训练的生物学适应	208
第一节 长期训练对人体的良好影响	208
一 中枢神经系统	208
二 运动系统	208
三 心血管系统	209
四 呼吸系统	211
五 能量利用	211
六 身体组成	212
第二节 长期训练在不同负荷时的功能反应特点	214
一 定量负荷时的生理功能反应特点	214
二 最大负荷时的生理功能反应特点	215
第十六章 环境与运动	218
第一节 冷、热环境与运动	218

一 体温	218
二 热应激与热服习	219
三 冷应激与冷服习	221
第二节 水环境与运动	221
一 水环境对运动能力的影响	221
二 人体对水环境的适应	223
人体生理学实验指导	225
实验一 血红蛋白测定及血型鉴定	225
A. 血红蛋白的定量测定	225
B. ABO 血型的鉴定	226
实验二 安静时和运动时人体心率与动脉血压的测定	228
实验三 肺活量、时间肺活量、最大通气量的测定	231
实验四 运动时能量消耗的测定	234
实验五 视野的测定	236
实验六 前庭功能稳定性的测定	237
实验七 最大吸氧量和 W_{170} (PWC_{170})的测定	239
A. 最大吸氧量的间接测定	239
B. W_{170} (PWC_{170})的测定	241
实验八 无氧功率的间接测定	247
参考文献	249

绪 论

【内容提要】 本篇简要介绍体育专业人体生理学的任务、研究对象与方法;人体生理功能的基本特征;人体生理功能的协调及细胞膜的转运功能与生物电现象等。

一、人体生理学的任务、研究对象与方法

人体生理学是生理学的一个分支,是研究正常人体功能活动规律的科学。在体育教育专业中,人体生理学还研究人体在体育运动中或在长期系统地体育锻炼的影响下,人体各种功能发展变化的规律,进而指导人们合理地从事体育锻炼或科学地组织运动训练。

体育教育专业学生学习人体生理学的任务是:①在了解人体基本生理活动规律的基础上,进一步探讨体育锻炼与运动训练对人体功能所产生的反应、适应等变化及其规律;②掌握体育锻炼及运动训练的基本生理学原理,为科学地从事体育教学和组织青少年业余训练提供生理依据;③初步掌握几种主要的评价人体功能的测试方法,并能将其运用于体育教学与运动实践。

人体生理学主要以人体为研究对象,通过人体的实验或测试了解机体各种功能发展的变化规律(注:那些对人体有严重损伤甚至危及生命的实验,是以动物来做实验的)。对人体的实验和测试的常用方法有两种。第一种是运动现场测定法。这种方法是在运动现场直接对运动员在运动时(包括运动前、运动中、运动后即刻和恢复期)某些生理指标进行测定。此方法的优点是测试方法符合运动的实际情况,而且随着遥测仪器的广泛使用,已能在运动过程中直接对某些生理指标,如心率等进行测定;其不足之处则是测试过程易受运动环境、运动者的心理状态等因素的影响且研究条件不易控制,这些均影响测量结果的准确性并给分析造成一定的困难。第二种是实验研究法。这种方法是让受试

者按照研究目的所设计的运动方式和训练方案,在实验室内利用一定的训练器械(如跑台、自行车功量计等)进行模拟训练或功能测试,了解进行各种锻炼和训练时机体的生理变化特点以及这些变化对机体某些生理功能的特定影响。

二、生命现象的基本特征

新陈代谢、兴奋性和适应性是人体生命活动的基础,也是一切生物体所共有的基本生理特征。

(一) 新陈代谢

新陈代谢是指机体在生活过程中不断地摄取营养物质,用以建造自身的结构,同时又不断地分解自身的结构成分,即不断地更新自身各结构成分的代谢过程。新陈代谢是最一般的和最显著的生命现象,是生命存在的必需条件。新陈代谢包括两个基本过程:①机体与外界环境之间的物质和能量交换;②机体内部的物质和能量转变。在人体中,新陈代谢一旦停止,生命也就终止了。

(二) 兴奋性

机体与周围环境的关系,不仅表现在物质的交换方面,而且还表现出当环境情况改变时机体活动的改变。兴奋性是指机体对刺激产生反应的能力,它是一切生物体的共同特征。机体只有在维持正常兴奋性的情况下,才能与周围环境取得协调。

1. **刺激与反应** 能够引起机体反应的各种环境变化称为刺激,如光、电、冷、热、机械及化学变化等。由某种刺激所引起的机体功能活动或生化过程的改变称为反应。反应有两种形式,即兴奋与抑制(后详述)。刺激必须具有一定的强度与一定的持续时间才能产生刺激效应。能引起组织产生兴奋的最小刺激强度称为阈刺激或阈强度(简称阈值)。测定阈值的大小可以衡量组织兴奋性的高低。刺激阈值愈小,表示组织兴奋性愈高;反之,说明组织兴奋性愈低。

2. **兴奋与抑制** 机体或组织接受刺激发生反应时,有两种表现形式,即兴奋或抑制。兴奋表现为机体由相对静止状态转为相对活动状态,或由较弱的活动变为较强的活动;抑制则表现为机体由活动状态变

为相对静止状态,或由较强的活动变为较弱的活动。所谓抑制,并非无反应,它是与兴奋相对立的另一种神经活动过程。某一刺激究竟引起组织的兴奋还是抑制,主要取决于机体本身所处的功能状态以及刺激的性质、强度和时间的。

兴奋性是一切生物体赖以生存的必要条件,它是生物体能对周围环境变化做出反应的前提。

(三) 适应性

适应性是机体随其所生存环境的变化而发生相应变化的能力与特性。适应性在生物体的生存与发展(尤其是种族的发展)中起着极其重要的作用。例如,长期生活在高原地区的人,其肺活量较大,血红蛋白含量也较高,这是人体对高原低氧分压所产生的适应性反应,体育锻炼或运动训练对人体的影响同样如此。通常把在运动中人体一次练习时所出现的暂时性功能变化称为反应,如心率加快、呼吸加深等,这些变化在运动停止后的短时间内便可消失。假如几周、数月或几年反复地进行同类练习(即训练)将导致机体较持久的形态与功能的变化,这种变化称为适应。例如,长期系统的耐力训练,可使练习者安静时的心搏变得慢而有力,这就是机体对耐力训练产生适应的结果。显然,机体所产生的适应性变化,会使人体功能能力得到提高。

三、生理功能的协调

(一) 功能的完整统一

在生物进化过程中,机体的结构与功能一方面不断地分化与特殊化,另一方面又不断地加强整体性与统一性。不同的组织、细胞、器官和系统的分工是不同的,但它们所进行的活动却不是彼此孤立的,而是密切配合、协调一致的。例如,人体进行运动时,不仅有相关肌群的舒缩活动在时间与空间上配合,而且相关组织系统也出现功能配合,如心脏活动加强,呼吸加深、加快,血管舒张等,这样可以加速机体与外界的气体交换,供给肌肉更多的氧并尽快带走肌细胞产生的废物和 CO_2 。由此可见,机体是作为一个整体而活动与生存的。