

全国高等学校规划教材

卫生部十一五规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

供康复治疗专业用

生 理 学

主编 王瑞元



人民卫生出版社

全国高等学校规划教材

供康复治疗专业用

生 理 学

主 编 王瑞元

副主编 朱进霞

编 委 (以姓氏笔画为序)

王烈成 (安徽医科大学)

王瑞元 (北京体育大学)

戈应滨 (南京医科大学)

付小锁 (首都医科大学)

朱进霞 (首都医科大学)

许寿生 (北京体育大学)

周 越 (北京体育大学)

周 薇 (成都体育学院)

高新友 (西安体育学院)

矫 玮 (北京体育大学)

黄元汛 (湖北大学)

龚惠兰 (广州体育学院)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学/王瑞元主编.—北京:人民卫生出版社, 2008.3

2008.3

ISBN 978-7-117-09768-0

I. 生… II. 王… III. 人体生理学-医学院校-教材
IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 205992 号

本书本印次封底贴有防伪标,请注意识别。

王瑞元 主编

王瑞元 主编

(现代医学教材) 委员会

(北京大学) 王瑞元

(北京大学) 王瑞元

(北京大学) 王瑞元

(北京大学) 王瑞元

(北京大学) 王瑞元

(北京大学) 王瑞元

(北京大学) 王瑞元

(北京大学) 王瑞元

生理学

主 编: 王瑞元

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京汇林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.5

字 数: 691 千字

版 次: 2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-09768-0/R·9769

定价(含光盘): 49.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

教材品种及主编

专业基础

1 功能解剖学 主编 汪华侨

2 生理学 主编 王瑞元

3 人体发育学 主编 李晓捷

4 人体运动学 主编 戴红

5 康复医学概论 主编 王宁华

专业技能

6 康复功能评定学 主编 王玉龙

7 物理治疗学 主编 燕铁斌

8 作业治疗学 主编 窦祖林

9 语言治疗学 主编 李胜利

10 传统康复方法学 主编 陈立典

临床应用

11 临床疾病概要 主编 刘文励 陈志斌

12 肌肉骨骼康复学 主编 张长杰

13 神经康复学 主编 倪朝民

14 内外科疾患康复学 主编 何成奇

康复治疗专业规划教材编写委员会

名誉主任 南登崑

主任 燕铁斌

委员 王宁华 李晓捷 陈志斌 张长杰 倪朝民 窦祖林

秘书 金冬梅

前言

为了满足康复治疗专业人才的培养需求,针对本科康复治疗专业,卫生部教材办公室规划了14门主干课程教材,《生理学》是其中之一。

在教材编写过程中,教材编写组多次召开研讨会,对教材的内容进行了研讨和修订。新编的《生理学》教材主要体现了两个特点:一是本教材除了系统介绍人体生理学知识外,在注重基础理论、基本知识、基本技能学习和掌握的基础上,增加了与康复治疗有关的运动生理学知识,如增加“骨骼肌收缩功能”、“身体素质”、“运动过程中人体机能变化规律”、“不同人群生理学特点与体育锻炼”、“运动处方制定的生理学基础”等章节。在有些章节中也增加了有关的运动生理学知识。二是有些章后面增添了阅读内容,以便教师、学生根据自己的情况进行参考和学习。新编的《生理学》充分体现了教学内容的科学性、适用性、先进性、启发性、思想性等特点。

本教材适用于康复治疗专业本科、专科学生的学习,也可供其他专业学生学习,参考。

卫生部教材办公室及各参编院校对本教材的编写给予了极大的支持和帮助。北京体育大学运动生理学博士生马延超、朱荣、李俊平、汪军为编写本教材付出了辛勤的劳动,在此向他们表示衷心的感谢。

为了编写适合康复治疗专业学生用的《生理学》教材,我们一直在努力,但书成之后,仍感离愿望有一定距离。且由于水平和时间所限,书中难免存在错误或不当之处,恳请广大师生提出批评及改进意见。

王瑞元

2007年11月



目 录

第一章 绪论	1
第一节 生理学的研究对象、任务和方法	1
一、生理学的研究对象和任务	1
二、生理学的研究方法和水平	1
第二节 生命的基本特征	3
一、新陈代谢	3
二、兴奋性	3
三、应激性	4
四、适应性	4
五、生殖	4
第三节 人体生理功能的调节	4
一、内环境与稳态	5
二、人体生理功能的调节方式	6
第四节 人体生理功能调节的生物学控制	7
一、非自动控制系统	7
二、反馈控制系统	7
三、前馈控制系统	8
第二章 细胞的基本功能	9
第一节 细胞膜的基本结构和功能	9
一、膜的化学组成和分子结构	9
二、细胞膜的功能	11
第二节 细胞的兴奋性和生物电现象	24
一、神经细胞和骨骼肌细胞的生物电现象	24
二、动作电位的产生和兴奋在同一细胞上的传导	31
三、细胞间兴奋性传递及其影响因素	34
第三章 肌肉的收缩功能	35
第一节 肌纤维的结构	35
一、肌原纤维和肌小节	35
二、肌管系统	37
三、肌丝的分子组成	38





第二节	神经-肌肉接头的兴奋传递	39
一、	神经-肌肉接头的结构	39
二、	神经-肌肉接头的兴奋传递	39
第三节	肌纤维的收缩过程	40
一、	肌丝滑行学说	40
二、	肌纤维收缩的分子机制	41
三、	肌纤维的兴奋-收缩耦联	43
第四节	骨骼肌收缩	43
一、	骨骼肌收缩的力学分析	43
二、	骨骼肌的收缩形式	47
第五节	骨骼肌特性	51
一、	骨骼肌的物理特性	51
二、	骨骼肌的生理特性	51
第六节	肌纤维类型与运动能力	51
一、	肌纤维类型的划分	52
二、	不同类型肌纤维的形态、功能及代谢特征	52
三、	肌纤维类型与运动能力	54
第七节	肌电的研究与应用	55
一、	肌电图的概念和记录方法	55
二、	肌电图的应用	55
第八节	平滑肌细胞的收缩功能	56
一、	平滑肌的微细结构和收缩机制	57
二、	平滑肌在功能上的分类	58
三、	平滑肌活动的控制和调节	58
第四章	血液	59
第一节	概述	59
一、	血液的组成	59
二、	血液的功能	60
三、	血液的理化特性	60
第二节	血量	62
一、	血量	62
二、	运动对血量的影响	63
第三节	血细胞生理	64
一、	红细胞生理	64
二、	白细胞生理	66
三、	血小板生理	69
第四节	血液凝固和纤维蛋白溶解	70
一、	血液凝固	70



129	二、运动对血凝和纤溶能力的影响	74
130	第五节 血型	74
131	一、红细胞凝集	74
132	二、红细胞血型	75
133	三、输血的原则	76
137	第五章 循环功能	77
137	第一节 心脏的生物电现象	77
137	一、心肌细胞的跨膜电位	77
138	二、体表心电图	79
139	第二节 心脏的泵血功能	80
141	一、心脏的一般结构	80
142	二、心肌细胞的生理特性	80
143	三、心脏的泵血功能	84
144	第三节 血管生理	89
144	一、血管的分类及功能特点	89
145	二、血压	90
150	三、微循环	95
150	第四节 心血管活动的调节	96
151	一、神经调节	96
151	二、体液调节	99
152	第五节 运动对心血管系统的影响	102
152	一、运动时血液循环功能的变化	102
152	二、运动训练对心血管系统的影响	103
152	三、运动实践中的脉搏和血压测定	104
158	四、体育运动与心血管疾病	105
158	第六章 呼吸功能	108
159	第一节 肺通气	108
161	一、实现肺通气的结构与功能	108
162	二、肺通气的原理	111
164	三、肺容积和肺容量	116
164	四、肺通气功能的常用指标	118
165	第二节 肺换气和组织换气	120
165	一、气体交换的原理	120
165	二、肺换气和组织换气	121
165	第三节 气体在血液中的运输	123
167	一、氧的运输	123
172	二、二氧化碳的运输	127





47	第四节 呼吸运动的调节	129
47	一、调节呼吸运动的神经系统	129
47	二、呼吸的反射性调节	132
57	三、化学因素对呼吸的调节	133
67	四、运动时呼吸的变化及调节	135
77	第七章 消化和吸收	137
77	第一节 概述	137
77	一、消化道平滑肌的特性	137
87	二、消化腺的分泌功能	138
88	三、消化道的内分泌功能	139
88	第二节 口腔内消化	142
88	一、唾液的分泌	142
148	二、咀嚼和吞咽	143
88	第三节 胃的消化	144
88	一、胃的分泌	144
98	二、胃的运动	149
98	第四节 小肠内消化	150
98	一、胰液的分泌	150
98	二、胆汁的分泌与排出	153
98	三、小肠液的分泌	154
101	四、小肠的运动	155
101	第五节 大肠内消化	157
101	一、大肠液的分泌	157
101	二、大肠的运动和排便	157
101	第六节 吸收	158
101	一、吸收的部位	158
101	二、吸收的机制	158
101	三、主要营养物质的吸收过程	159
101	第七节 消化器官活动的调控	162
111	一、神经调节	162
111	二、体液调节	164
111	三、胃液分泌的调节	164
121	第八章 能量代谢与体温调节	165
121	第一节 能量代谢	165
121	一、基础代谢	165
121	二、能量代谢的测定	167
121	三、人体运动时的能量供应与消耗	175



858	第二节 体温·····	177
858	一、正常人体温度·····	177
857	二、机体的产热和散热·····	179
857	三、体温调节·····	183
857	·····	·····
858	第九章 肾的排泄功能 ·····	186
858	第一节 肾的结构和血液循环特点·····	186
858	一、肾的基本结构·····	186
859	二、肾的血液循环·····	188
859	第二节 尿的生成过程·····	189
859	一、肾小球的滤过功能·····	189
859	二、肾小管和集合管的重吸收作用·····	192
859	三、肾小管和集合管的分泌作用·····	197
859	四、尿的成分、理化性质及尿量·····	198
858	第三节 肾在保持水和酸碱平衡中的作用·····	199
858	一、肾在保持水平衡中的作用·····	199
858	二、肾在保持酸碱平衡中的作用·····	202
858	第四节 运动对肾功能的影响·····	204
858	一、尿量·····	204
858	二、运动性蛋白尿·····	204
858	三、运动性血尿·····	205
858	·····	·····
858	第十章 感觉器官 ·····	206
858	第一节 概述·····	206
858	一、感受器、感觉器官的概念及分类·····	206
858	二、感受器的一般生理特性·····	207
858	第二节 视觉·····	208
858	一、眼的折光功能·····	208
858	二、眼的感光功能·····	211
858	三、其他视觉生理现象·····	214
858	第三节 听觉·····	216
858	一、听阈与听力·····	216
858	二、外耳与中耳的传音功能·····	217
858	三、内耳感音功能·····	219
858	第四节 平衡觉·····	222
858	一、椭圆囊和球囊的功能·····	222
858	二、半规管的功能·····	223
858	三、前庭反应·····	224
858	第五节 本体感觉·····	225



271	一、本体感受器的结构和功能	225
271	二、本体感受器对运动协调的反馈调节	226
271	第六节 嗅觉	227
281	一、嗅觉感受器	227
	二、嗅觉产生的机制及特点	227
281	第七节 味觉	228
281	一、味觉感受器	228
281	二、味觉的一般性质和产生机制	228
281	第八节 皮肤感觉	229
281	一、触压觉	229
281	二、温度觉	230
281	三、痛觉	230
281	第九节 内脏感觉	230
281	第十一章 神经系统	231
281	第一节 神经元及其活动	231
281	一、神经元和神经纤维	231
281	二、神经胶质细胞	234
281	三、神经元间的信息传递	235
281	四、神经递质和受体	242
281	第二节 反射活动的基本规律	244
281	一、反射概念	244
281	二、反射弧	245
281	三、中枢神经元的联系方式	245
281	四、单突触反射和多突触反射	246
281	五、局部回路神经元和局部神经元回路	246
281	六、反射活动的反馈调节	247
281	第三节 神经系统的感觉分析功能	247
281	一、脊髓的感觉传导功能	247
281	二、丘脑的感觉分析功能	248
281	三、感觉投射系统	249
281	四、大脑皮质的感觉代表区	250
281	五、痛觉	251
281	第四节 神经系统对躯体运动的调节	254
281	一、脊髓对骨骼肌的支配	254
281	二、脑干对肌紧张的调节	257
281	三、小脑对躯体运动的调节	259
281	四、基底神经节对运动的控制	260
281	五、大脑皮质对运动的调节	263





018	第五节 神经系统对内脏活动的调节	265
028	一、自主神经系统的功能	265
038	二、内脏活动的中枢调节	270
048	三、神经、内分泌和免疫功能的关系	272
058	第六节 脑的高级功能	272
068	一、条件反射	273
078	二、人类大脑皮质活动的特征	274
088	三、学习和记忆	276
098	四、觉醒和睡眠	277
108	第七节 大脑皮质的电活动	279
118	一、正常脑电波	280
128	二、脑电波形成的机制	282
138	.....代游海平,三	
	第十二章 内分泌系统与生殖	283
148	第一节 概述	283
158	一、激素的种类和作用的一般特性	283
168	二、激素的作用机制和生物学效应	285
178	三、内分泌系统的调节机制	288
188	第二节 主要内分泌腺及其作用	289
198	一、下丘脑的内分泌功能	289
208	二、垂体的内分泌功能	291
218	三、甲状腺的内分泌功能	294
228	四、调节钙、磷代谢的激素	296
238	五、肾上腺的内分泌功能	298
248	六、性腺的内分泌功能	300
258	七、胰岛的内分泌功能	303
268	八、松果体及其他	304
278	第三节 生殖	304
288	一、男性生殖	305
298	二、女性生殖	305
308	三、妊娠	306
318	.....会游海平,一	
328	第十三章 身体素质	309
338	第一节 力量素质	309
348	一、力量素质的分类	310
358	二、决定力量素质的生理学基础	311
368	三、肌肉力量的可训练因素	314
378	四、力量训练的原则	315
388	五、影响力量训练效果的因素	317



268	六、力量练习方法	319
269	第二节 速度素质	322
270	一、速度素质的生理学基础	322
272	二、速度素质的训练	324
272	三、速度素质的评定方法	324
273	第三节 耐力素质	326
274	一、耐力素质的分类	326
275	二、有氧耐力及其训练	327
277	三、无氧耐力及其训练	334
279	第四节 柔韧、灵敏和平衡	336
280	一、柔韧素质	336
282	二、灵敏素质	337
283	三、平衡能力	338
283	第十四章 运动过程中人体机能变化规律	341
283	第一节 赛前状态	341
285	一、赛前状态的生理变化及其产生机制	341
288	二、赛前状态的类型	342
289	三、影响赛前状态的因素及调整	343
289	第二节 准备活动	343
291	一、准备活动的类型	343
292	二、准备活动的生理作用	344
295	三、准备活动的生理机制及影响因素	346
298	第三节 进入工作状态	346
300	一、产生进入工作状态的原因	346
303	二、影响进入工作状态的因素	347
304	三、极点与第二次呼吸	347
304	第四节 稳定状态	348
306	一、真稳定状态	348
308	二、假稳定状态	349
308	第五节 疲劳	349
309	一、疲劳的概念	350
309	二、疲劳的分类	350
309	三、疲劳产生的机制	351
310	四、不同方式运动时疲劳的特征	354
311	五、疲劳产生的部位	354
314	六、判断疲劳的方法	356
315	第六节 恢复过程	358
318	一、恢复过程的阶段性	358





111	二、促进人体功能恢复的措施	360
111	第十五章 不同人群的生理特点与体育锻炼	363
111	第一节 儿童少年生理特点与体育锻炼	363
111	一、儿童少年生长发育	363
111	二、儿童少年的生理特点和体育教学与训练	371
111	三、儿童少年身体素质的发展	375
111	第二节 女性的生理特点与体育锻炼	378
111	一、女性生理阶段划分	378
111	二、女性的生理特点	379
111	三、女性运动能力的特点	381
111	四、月经与运动能力	382
111	五、妊娠与运动能力	384
111	第三节 老年人的生理特点与体育锻炼	390
111	一、概述	390
111	二、衰老的概念及老年人划分标准	391
111	三、衰老的机制	392
111	四、老年人生理特点与健身作用	392
111	五、老年人运动健身的方式和遵循原则	398
111	第十六章 运动处方制定的生理学基础	402
111	第一节 运动处方概述	402
111	一、运动处方的概念	402
111	二、制定运动处方的原则	402
111	第二节 运动处方的生理学基础	403
111	一、运动对骨骼肌形态和功能的影响	403
111	二、运动对骨关节的影响	404
111	三、运动对心血管系统的影响	404
111	四、运动对呼吸系统的影响	406
111	五、运动对消化系统的影响	407
111	六、运动对肾功能的影响	407
111	七、运动对神经系统功能的影响	408
111	八、运动对免疫、内分泌功能的影响	408
111	九、运动对血液的影响	409
111	十、运动对物质与能量代谢的影响	410
111	十一、运动对精神、心理因素的影响	410
111	第三节 运动处方的组成	410
111	一、运动方式	410
111	二、运动强度	411

目录





389	三、运动持续时间	411
	四、运动频率	411
389	五、注意事项	411
389	第四节 心肺耐力运动处方	411
389	一、运动方式	412
371	二、运动强度	412
378	三、运动持续时间	416
378	四、运动频率	416
378	五、能量消耗目标	416
378	六、注意事项	416
381	第五节 肌肉力量与柔韧性运动处方	416
382	一、肌肉力量运动处方	416
384	二、柔韧性运动处方	419
389	第六节 运动处方的制定、实施与监控	421
389	一、制定运动处方的基础	421
391	二、运动处方的实施过程	423
392	三、运动处方实施中的医务监督	424
392	四、运动处方实施中的注意事项	424

中英文对照索引 425

403	..... 章六十第
404	..... 许一第
404	..... 一
404	..... 二
403	..... 许二第
403	..... 一
404	..... 二
404	..... 三
406	..... 四
407	..... 五
407	..... 六
408	..... 七
408	..... 八
409	..... 九
410	..... 十
410	..... 十一
410	..... 许三第
410	..... 一
411	..... 二



第一章

绪论

第一节 生理学的研究对象、任务和方法

一、生理学的研究对象和任务

生理学 (physiology) 是生物科学中的一个分支, 是研究生物机体的生命活动现象和功能活动变化规律的科学。生理学的任务是研究正常状态下机体内各细胞、器官、系统的功能, 以及作为整体, 各部分之间的相互协调并与外界环境相适应过程的规律和机制。例如呼吸生理研究呼吸运动的正常过程, 它与血液循环、机体代谢等过程的相互作用, 以及内外环境中氧、二氧化碳变化时呼吸运动的适应性调节机制等。

生理学也是一门基础医学科学, 可以帮助学生了解并掌握正常人体内各种生命活动的过程、机制和规律。生理学对于理解生命现象、分析人体功能异常变化、预测疾病治疗过程和制定康复措施等具有重要的作用, 是一门非常重要的基础理论课程。

二、生理学的研究方法和水平

(一) 生理学的研究方法

从研究方法和知识的获得来说, 生理学是一门实验性科学, 即生理学的知识主要是通过实验获得的。生理学真正成为一门实验性科学是从 17 世纪开始的。在此之前, 我国和其他国家都有一些经典医学著作对人体器官的生理功能进行描述, 但这些描述只是通过尸体解剖和动物活体解剖对身体器官功能的推测。17 世纪初, 英国生理学家 William Harvey 首先在动物身上用活体解剖和科学实验的方法研究了血液循环, 证明心脏是循环系统的中心, 血液由心脏射入动脉, 再由静脉回流入心, 不断循环。1628 年, Harvey 的著作《心与血的运动》由威廉·费泽尔公司出版, 这是历史上第一本基于实验证据的生理学著作。作为一门实验性科学, 生理学的发展与其他自然科学的发展有密切的关系, 并且相互促进。其他自然科学的发展, 以及新的技术不断被应用于生理学实验, 使生理学的研究日益深入, 生理学的知识和理论不断得到新的发展。

根据生物进化观点, 人同动物特别是哺乳动物, 有许多结构和功能相似之处, 因此, 可用动物实验的研究结果间接地探讨人体的生理功能变化及其机制。应当指出, 相当多的生理学的知识是从动物实验中获得的。动物实验是研究生理学不可缺少的手段。但人和动物, 特别是与低等动物间存在着种种差异, 因此在将动物实验资料应用于人体时, 必须充分考虑这些差别。

