



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

全国高等医药院校规划教材

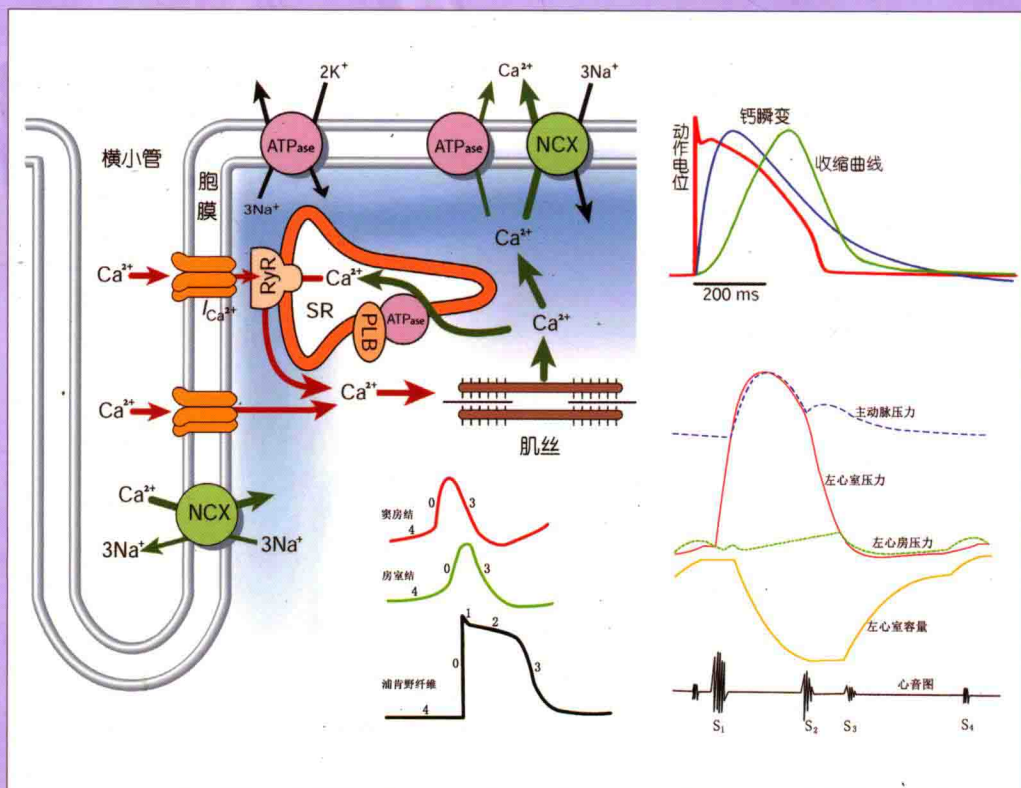
(供临床、基础、口腔、法医、预防、护理、检验、药学、妇幼保健等专业用)

大学生理学

COLLEGE PHYSIOLOGY

(第5版)

主编 裴建明 朱妙章



高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

全国高等医药院校规划教材

(供临床、基础、口腔、法医、预防、护理、检验、药学、妇幼保健等专业用)

Daxue Shenglixue

大学生理学

COLLEGE PHYSIOLOGY

(第5版)

主 编	裴建明	朱妙章		
副主编	曾晓荣	马 青	戎伟芳	肖中举
	安书成	刘 健	祁金顺	王立伟
	高云芳	倪 鑫	胡志安	

高等教育出版社·北京

内容简介

本教材先后入选面向 21 世纪课程教材,普通高等教育“十五”“十一五”国家级规划教材和“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,得到了大家的好评,2009 年被评为国家级精品教材和“总后院校百部精品教材”。

本教材系统地介绍生理学的基本理论、基本知识和基本技能,覆盖了生理学内容的基本知识点,具有普遍适用性。在内容顺序安排方面,注意前后的铺垫和衔接,以求生理学知识的循序渐进,并利于逻辑思维的训练。在阐述生理学基本理论的基础上,适当介绍生理学的最新进展,有选择地介绍对学生有启发性的生理学史和与临床有联系的问题。在每章前有中、英文要点,在重点和难点文旁有提示,起到助学和导学作用,对理解重点、难点和图表含义很有帮助。教材配有内容丰富的数字课程,包括选择题和思考题、前沿知识的参考资料、神经生理学趣事、部分诺贝尔奖获得者及中外著名生理学家的介绍等。

本教材篇幅合理,其深度和广度适合教与学的原则,适用于高等医学院校和综合大学生命科学学院(系)五年制和八年制学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

大学生理学 / 裴建明, 朱妙章主编. --5 版. --北京: 高等教育出版社, 2017.8

ISBN 978-7-04-047906-5

I. ①大… II. ①裴… ②朱… III. ①人体生理学-医学院校-教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 191973 号

策划编辑 瞿德炫

责任编辑 瞿德炫

封面设计 张楠

责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京东君印刷有限公司
开本 850mm×1168mm 1/16
印张 28.25
字数 640千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2002年3月第1版
2017年8月第5版
印 次 2017年8月第1次印刷
定 价 59.00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 47906-00

数字课程(基础版)

大学生生理学

(第5版)

主编 裴建明 朱妙章

登录方法:

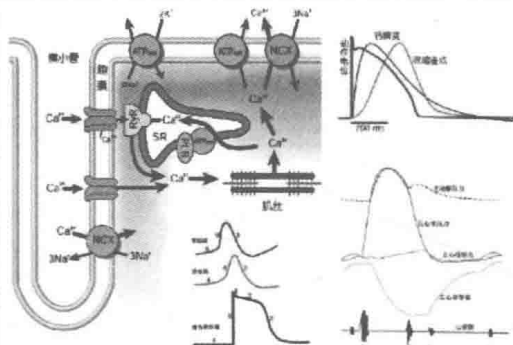
1. 电脑访问 <http://abook.hep.com.cn/47906>, 或手机扫描下方二维码、下载并安装 Abook 应用。
2. 注册并登录, 进入“我的课程”。
3. 输入封底数字课程账号(20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
4. 点击“进入学习”, 开始本数字课程的学习。

课程绑定后一年为数字课程使用有效期。如有使用问题, 请发邮件至:

medicine@pub.hep.cn



大学生生理学(第5版)



大学生生理学(第5版)数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程资源丰富, 包括以下内容: ①参考资料, 部分重要知识点旁提供前沿知识的参考资料, 有利于拓宽学生的知识面, 了解学科前沿动态; ②选择题和思考题, 选择题包括A型和X型题, 并提供答案和解题思路; ③诺贝尔生理学或医学奖部分获奖者以及著名的中外生理学家的介绍; ④其他资源, 如中英文专业词汇对照、参考文献等。在提升课程教学效果的同时, 为学生学习提供思维与探索的空间。

用户名: 密码: 验证码: 5360 忘记密码?

<http://abook.hep.com.cn/47906>

扫描二维码, 下载Abook应用



《大学生理学》(第5版)编委会

主 编 裴建明 朱妙章
副主编 曾晓荣 马 青 戎伟芳 肖中举 安书成 刘 健 祁金顺 王立伟
高云芳 倪 鑫 胡志安

编 委 (以姓氏笔画为序)

马 恒 王 强 石瑞丽 朱 辉 朱肖星 朱晓燕 朱娟霞 孙启新
李 杨 杨秀红 时静华 何 争 迟素敏 张玉芹 张海锋 张淑苗
呼海燕 周京军 赵玉峰 姜春玲 姚齐颖 倪 江 黄文华 谢冬萍
熊加祥 潘际刚

助 编 张淑苗

编 者 (以姓氏笔画为序)

于 军 于远望 马 青 马 恒 马 静 马新亮 王 强 王云雅
王立伟 王竹立 王会平 王旭东 王春安 王莎莉 王桂敏 王烈成
王跃民 孔德虎 石瑞丽 龙 钊 付 锋 冯 娜 邢宝仁 戎伟芳
吕顺艳 朱 辉 朱肖星 朱妙章 朱晓燕 朱娟霞 朱萧玲 朱锦宇
刘 军 刘 玲 刘 健 刘长金 刘文冲 刘以训 刘亚莉 刘远谋
刘洪雷 闫文利 祁金顺 安书成 孙 刚 孙 菲 孙纪元 孙启新
杜友爱 杜俊杰 杜剑青 李 军 李 杨 李 娟 李 雪 李 嘉
李 震 李红梅 李金玲 杨永录 杨秀红 肖中举 肖丹秦 肖家思
肖赞英 时静华 何 争 何建平 宋 刚 迟素敏 张 衡 张万会
张万琴 张玉芹 张庆红 张晓东 张海锋 张海滨 张淑苗 陈 迈
陈 晨 陈希瑶 陈宝英 陈定章 陈晓东 呼海燕 季乐乐 周 旭
周 柯 周 洁 周士胜 周京军 金宏波 孟 华 赵 超 赵玉峰
赵志青 段玉斌 胡志安 南 瑛 柯道平 姜春玲 姚齐颖 袁 铭
袁文俊 夏 强 顾晓明 倪 江 倪 鑫 徐 明 徐海伟 殷 玥
高 峰 高 瞻 高天明 高云芳 高文元 郭海涛 黄文华 黄彰海
梁尚栋 扈启宽 隋建峰 董明清 韩晓彬 嵇志红 曾晓荣 温海霞
谢 安 谢冬萍 裴建明 熊 鹰 熊加祥 潘桂兰 潘际刚

第5版前言

《大学生理学》自2002年出版以来,先后被教育部评为“面向21世纪教材”“十五”“十一五”和“十二五”国家级规划教材。2009年被评为国家级精品教材和“总后院校百部精品教材”。

《大学生理学》(第5版)分为纸质教材和数字课程两部分。纸质教材系统地介绍了生理学的基本理论,覆盖了生理学的全部内容。在编写时注意前后内容的铺垫和衔接,遵循由浅入深和系统的认知规律,以求学生在对生理学知识的学习时能循序渐进,有利于其逻辑思维的训练。本教材在每章前有中英文要点,对本章内容起提纲挈领的作用,这在国内本科生教材的编写中乃是首创,不仅便于学生对生理学重要知识点的学习和记忆,而且可有效促使学生对专业英语词汇的学习和掌握。文中的页边空白处都有对正文中重要知识点的总结或提示,起自学和导学的作用。数字课程包括参考资料、选择题、思考题和参考文献,供学生课后学习使用。值得说明的是,参考资料包含了对生理学研究的最新进展的介绍,其中包括对学生有启发性的比较经典的实验研究和过程、与临床关系密切的药物的发现和案例、中外生理学家的生平和业绩介绍、部分诺贝尔生理学或医学奖的介绍等。回顾这些科学家的发现历程,意在激发青年学子,学习获奖大师们敢于拼搏、勇于创新的科学精神。通过这些课外延伸阅读,可使学生对生理学的过去与未来有一定程度的了解,提高学生对生理学的学习兴趣,对未解决的问题也作了实事求是的介绍,给学生留下分析和思考的空间,以启发学生创新思维能力的培养。

参加第5版编写的单位有第四军医大学、河南大学、西安医学院、西安交通大学、陕西中医学院、山西医科大学、第三军医大学、南方医科大学、武汉生物工程学院、宁波大学、西南医科大学、西藏民族大学、上海交通大学、陕西师范大学、暨南大学、包头医学院、华北理工大学、西北大学、大连医科大学、贵州医科大学、成都医学院、第二军医大学、哈尔滨医科大学。感谢全体编者的努力,圆满地完成了《大学生理学》第5版的编写任务,为教材的撰写做出了贡献。在高等教育出版社的指导下,通过主编、副主编的设计与策划,编委相互磋商和协调,为教材高质量地修订和出版奠定了基础。教授们精心编写与推敲,甄字酌句,力求完善,把生理学教学中积累的宝贵经验融入此次编写中,并将生理学的一些新理论与新概念写入教材,在数字课程中还加入了可启发学生思考的基础或临床素材,这些都为更新和精细化教材内容提供了有力支撑。为培养高水平的医学生服务是我们的编写宗旨,也期待本教材能够为我国培养更多优秀医学人才做出贡献。

在第1—4版教材出版过程中,我们收到了潘桂兰、姜春玲、杨永录、马青、安书成、肖中举、胡志安、倪鑫、倪江及杜剑青等教授提出很好的意见与建议,使我们的教材能不断地改进。我们再次感谢编委们齐心协力,共同努力把这部精品教材编得更好。

修订虽然力求完美,但瑕疵和纰漏在所难免,盼望同道或编者发现错漏及时告知。我们希望这套教材能与时俱进,为培养高素质和有发展潜能的医生尽职尽责。

裴建明 朱妙章

2017年6月

目 录

第一章 绪论	1	四、电突触传递	42
要点	1	第四节 骨骼肌的收缩	42
第一节 生理学的研究内容和方法	2	一、骨骼肌细胞的微细结构	42
一、现代生理学的发展	2	二、肌细胞收缩的原理	45
二、生理学研究的不同水平	3	三、骨骼肌收缩的外部表现	48
三、生理学的研究方法	4	四、影响肌肉收缩效能的因素	50
第二节 生命的基本特征	5	复习题	54
一、新陈代谢	5	第三章 神经生理	56
二、兴奋性	6	要点	56
三、生殖	6	第一节 神经元与神经胶质细胞	59
四、适应	7	一、神经元	59
第三节 生理功能的调节	7	二、神经胶质细胞	61
一、机体的内环境与稳态	7	第二节 中枢神经系统活动的基本规律	62
二、生理功能的调节方式	8	一、突触	62
三、生理功能的调控机制	9	二、中枢神经递质	68
复习题	10	三、反射	72
第二章 细胞的基本生理过程	11	第三节 神经系统的感觉分析功能	77
要点	11	一、感觉信息的传导	77
第一节 细胞膜的生理	14	二、大脑皮质的感觉代表区及其功能	81
一、细胞膜的结构与成分	14	三、中枢对特异感受活动的传出性控制	83
二、物质跨细胞膜的转运	17	四、疼痛生理	84
第二节 生物电现象和兴奋性	22	第四节 神经系统对躯体运动的调节	86
一、静息电位和动作电位	22	一、脊髓的躯体运动反射	87
二、动作电位时相和细胞的兴奋性	26	二、高级中枢对肌紧张的调节	91
三、电刺激引起细胞兴奋的过程和条件	27	三、大脑皮质的运动控制功能	93
四、神经纤维动作电位的细胞外记录	28	四、基底核对运动的调节	96
五、兴奋在神经纤维上的传导	29	五、小脑	98
第三节 细胞间信号传递与转导	32	第五节 神经系统对内脏活动的调节	100
一、细胞的信号分子与受体	33	一、自主神经系统的结构和功能特征	100
二、细胞表面受体介导的跨膜信号转导	33	二、各级神经中枢对内脏活动的调节	104
三、神经肌肉接头处的兴奋传递	38	第六节 脑的高级功能及其他活动	107

一、学习和记忆	107	一、体液与内环境稳态	167
二、大脑皮质的语言功能	111	二、血液的组成和理化特性	168
三、情绪	112	三、血液的免疫学特性	171
四、觉醒和睡眠	114	第二节 血细胞生理	171
复习题	120	一、血细胞的生成	171
第四章 感觉器官	121	二、红细胞生理	172
要点	121	三、白细胞生理	175
第一节 概述	125	四、血小板生理	177
一、感受器和感觉器官	125	第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	180
二、感受器的一般生理特性	125	一、血液凝固	180
第二节 视觉器官	126	二、纤维蛋白溶解	185
一、眼的折光系统及其调节	127	第四节 血量与血型	186
二、视网膜的结构和两种感光换能系统	131	一、血量	186
第三节 听觉	136	二、血型	187
一、外耳的集音、共鸣和辨向功能	137	复习题	190
二、中耳的传音和增益功能	137	第六章 血液循环	191
三、内耳耳蜗的感音换能功能	140	要点	191
四、听觉电生理	148	第一节 心肌的生物电现象和生理特性	195
五、听觉冲动的传入途径	150	一、心肌细胞的生物电现象	195
六、听觉的生理功能	151	二、心肌的生理特性	200
第四节 前庭系统	152	第二节 心电图	209
一、前庭系统的感受装置	153	一、心电图各波、间期和段的意义	209
二、前庭毛细胞和传入神经的电生理现象	153	二、心电图和心肌细胞电变化的关系	210
三、前庭系统的适宜刺激和生理功能	154	第三节 心脏的射血与充盈	211
四、前庭反射	156	一、心动周期与心率	211
第五节 皮肤感觉	157	二、心脏射血与充盈（充血）过程	213
一、触压觉	157	三、心动周期中瓣膜的活动	215
二、痛觉	158	四、心音和心音图	216
三、温度觉	160	五、心输出量	216
第六节 嗅觉和味觉	161	第四节 血管生理	221
一、嗅觉	161	一、血管的结构与功能特点	221
二、味觉	162	二、血管系统中的血流动力学	222
复习题	163	三、动脉血压	224
第五章 血液	165	四、静脉血压	227
要点	165	五、脉搏	229
第一节 体液与血液	167	第五节 心血管功能的调节	230
		一、神经调节	230
		二、体液调节	242

三、自身调节	247	三、消化道的神经支配	298
四、动脉血压的长期调节	247	四、消化器官的内分泌功能	300
第六节 微循环、组织液与淋巴循环	248	第二节 口腔内消化	302
一、微循环	248	一、唾液分泌	302
二、组织液的生成与回流	252	二、咀嚼和吞咽	303
三、淋巴循环	253	第三节 胃内的消化	304
第七节 重要器官循环的特点	254	一、胃的分泌	304
一、冠脉循环	255	二、胃的运动	312
二、肺循环	258	第四节 小肠内的消化	313
三、脑循环	259	一、胰液分泌	313
复习题	261	二、胆汁的分泌与排出	315
第七章 呼吸生理	263	三、小肠液的分泌	317
要点	263	四、小肠的运动	317
第一节 肺通气	265	第五节 大肠内的消化	319
一、呼吸道的功能	265	一、大肠液的分泌及肠内细菌的作用	319
二、肺通气原理	267	二、大肠的运动和排便	319
三、肺通气功能的评价指标	271	第六节 吸收	321
第二节 呼吸气体的交换	273	一、钠及相关物质的吸收	323
一、气体交换原理	273	二、其他物质的吸收	325
二、肺泡气与血液中的气体通过呼吸膜的扩散	275	复习题	327
三、影响肺气体交换的因素	276	第九章 泌尿生理	328
第三节 气体运输	277	要点	328
一、氧的运输	277	第一节 肾的功能解剖学和肾循环	330
二、二氧化碳的运输	280	一、肾的功能解剖学	330
第四节 呼吸运动的调节	282	二、肾的血液循环	333
一、脑干呼吸神经元	282	第二节 尿的生成和影响因素	336
二、呼吸节律形成机制	284	一、肾小球的滤过作用	336
三、呼吸运动的随意调节	285	二、肾小管的重吸收和分泌作用	340
四、呼吸运动的反射性调节	285	第三节 尿液的浓缩和稀释	349
五、异常呼吸	291	一、尿的浓缩、稀释过程及其机制	349
复习题	292	二、影响尿浓缩和稀释的因素	353
第八章 消化和吸收生理	293	第四节 尿生成的调节	353
要点	293	一、肾内自身调节	353
第一节 概述	295	二、神经调节和体液调节	355
一、消化道平滑肌的生理特性	297	第五节 排尿	360
二、消化腺的分泌功能	298	一、输尿管的功能	360
		二、膀胱的排尿活动	361
		复习题	363

第十章 能量代谢和体温 364

要点 364

第一节 能量代谢 365

一、机体能量的来源和去路 365

二、能量代谢的测定 366

三、影响能量代谢的因素 370

四、基础代谢 371

第二节 体温 372

一、人体正常体温及其变动 372

二、机体的产热与散热 374

三、体温调节 377

复习题 380

第十一章 内分泌 381

要点 381

第一节 概述 385

一、激素作用的一般特性 385

二、激素的分类 386

三、激素作用的机制 388

四、激素的合成、释放与代谢 391

第二节 下丘脑-垂体的内分泌功能 392

一、下丘脑的内分泌功能 392

二、垂体 394

第三节 甲状腺 399

一、甲状腺激素的化学组成与合成代谢 399

二、甲状腺激素的生物学作用 402

三、甲状腺功能的调节 404

第四节 调节钙、磷代谢的激素 407

一、甲状旁腺激素 407

二、1, 25-二羟维生素 D₃ 409

三、降钙素 409

第五节 肾上腺皮质 410

一、肾上腺皮质激素 410

二、肾上腺皮质激素的合成、转运和代谢 411

三、肾上腺皮质激素的生物学作用 413

四、肾上腺皮质激素分泌的调节 416

第六节 肾上腺髓质 417

一、肾上腺髓质激素 417

二、肾上腺素和去甲肾上腺素的生物学作用 418

三、分泌的调节 419

第七节 胰岛 420

一、胰岛素 420

二、胰高血糖素 424

三、生长抑素 424

四、胰多肽 424

第八节 其他器官和组织分泌的激素 425

一、褪黑激素 425

二、前列腺素 426

三、瘦素 427

四、脂联素 427

复习题 428

第十二章 生殖 429

要点 429

第一节 男性生殖 430

一、睾丸的功能 430

二、睾丸功能的调节 432

第二节 女性生殖 433

一、卵巢的功能 433

二、卵巢周期性活动的调节 435

第三节 妊娠 437

一、受精 437

二、着床 439

三、妊娠的维持及激素调节 439

四、分娩与授乳 440

复习题 440

参考文献 441

e 中英文专业词汇对照

e 历届诺贝尔生理学或医学奖

e 生理学家

e mmHg → kPa 速见表

e cmH₂O → kPa 速见表

第一章

绪 论

要点

1. 生理学是研究生物机体生命现象的发生规律及其机制的科学,也是一门实验科学。

2. 生命的四大基本特征是新陈代谢、兴奋性、生殖和适应。

3. 生理功能及机制需从细胞和分子水平、器官及系统水平、整体水平进行研究,三个水平的研究是相互联系与相互补充的。

4. 内环境的相对稳定性及机体对外环境变化的应答反应都是调节的结果,调节方式有神经调节、体液调节和自身调节。

Outline

1. Physiology is the study of how the body functions, with emphasis on specific cause-and-effect mechanisms. Knowledge of these mechanisms has been obtained experimentally through applications of scientific methods.

2. The discipline of physiology also deals with those characteristics that are the property of a living organism as opposed to a nonliving body. Four fundamental properties distinguish the living body. Firstly, only living organisms exchange matter and energy with the environment in order to continue their existence (metabolism). Secondly, only living organisms can receive signals from their environment and react accordingly (excitability). Thirdly, what distinguishes a living organism is the life cycle of growth and reproduction (procreation). Finally, the living organism is able to adapt to changing circumstances (adaptability).

3. Physiological function and mechanism must be studied from the level of integration, organ and cell. The study of three levels is relative and complementary to each other.

4. Relative stability of internal environment and body response to the changes of environment are the result of regulation activity. Types of the regulation on body function include nerve regulation, hormonal regulation and autoregulation.

5. 反馈信息降低控制部分的活动称负反馈,它在维持机体内环境的稳态中起重要作用;反馈信息促进、加强控制部分的活动称正反馈,它使生理活动不断加强,直至最终完成生理功能。

5. The activity of feedback information reducing control-part is called negative feedback, which makes the important effect on keeping body internal environment. Improving control-part is called positive feedback, which makes the physiological activity enhanced until ultimately accomplishing physiological function.

第一节 生理学的研究内容和方法

生理学 (physiology) 是研究生物机体生命现象的规律和机制的科学,即主要研究呼吸、消化、循环、生殖、泌尿、肌肉运动等的发生原理和活动规律。生理学有许多分支,如人体生理学、动物生理学、植物生理学、细菌生理学等。由于人体生理学主要研究正常人体的各种生命活动,所以也叫做正常人体生理学 (简称生理学);而研究人体各种异常即患病机体的生命活动的科学叫做病理生理学。

人们对生命活动规律的了解是从实验中总结出来的。因此,生理学又是一门实验性科学,一切生理学中的理论均来自实践或实验。

生理学与医学有着极其密切的关系。人类在与疾病的长期斗争中,积累了许多关于人体功能活动的知识,也向生理学提出了许多亟待解决的问题。生理学的每一个进展,都会对医学产生巨大的推动作用。例如,生理学有关生物电研究的成果,使临床的疾病诊断技术发生了巨大的变革;糖尿病发病的机制就是在胰岛内分泌生理研究中阐明的;心肺制备生理实验方法的建立为体外循环技术提供了基础;受体研究的发展为临床治疗提供了许多有效手段等。通过医学实践检验生理学理论,并不断以新的内容丰富生理学理论。因此,生理学是一门重要的医学基础理论科学。此外,如病理生理学、微生物学、药理学等,均需要生理学知识,要学好这些学科,必须先学好生理学。

一、现代生理学的发展

现代生理学发展的主要特征表现为研究生命活动的分子结构及功能、研究整体功能活动的协调发生及机制。

20 世纪以来,科学技术的飞速发展和各自然学科知识的相互交叉和渗透,为生理学的研究提供了新的理论和技术。分子生物学和计算机等技术在生理学研究中的应用,阐明了生命的物质基础是核酸和蛋白质等生物大分子物质为主构成的复合体系。随着生理学的研究进入细胞、亚细胞和分子水平,人们逐步认识到体内不同的细胞既有共性又有各自的功能特征;细胞膜和各种细胞器的功能协同表现出细胞的功能;在细胞执行其功能的过程中,还受到细胞内、外各种因素的影响,这些因素作用于细胞,通过改变细胞膜上的离子泵活动、离子通道的性状、膜内多种信号转导系统的活动,调节细胞的功能与整体的状态

相一致。伴随人类基因组测序工作的完成,生命科学进入了后基因组时代(post-genome era)和蛋白质组时代,使得人们能从DNA链及蛋白质的变化中去探索生命活动发生的信息和疾病的发生机制。

目前,生理学的研究由整体水平发展到分子水平。只有认识了细胞和分子水平变化的全过程,才有可能阐明体内各种生理功能的机制。鉴于此,在20世纪的后期,生理学的研究大部分都涉及细胞、亚细胞和分子水平。

人体的生命活动是在神经、内分泌和免疫系统的调节下,以整体功能(unity of function)的形式表现的。因此,在对生命活动进行微观分析研究的同时,必须重视整体功能及调节机制的研究。在20世纪末,针对部分生理学者仅重视分子水平的研究而忽视整体功能的研究,有的生理学家担心生理学会被迅速发展的分子生物学兼并等问题,国内外的一些资深生理学家提出了现代生理学应走整合生理学(integrative physiology)研究的道路,这就为生理学的发展指明了方向。

21世纪是生命科学的世纪。生理学的研究已进入整体、系统、器官、细胞、亚细胞和分子6个层次。这些层次之间,在量和质的规定性方面都有明显的差异,同时又存在着复杂的相互作用和有机的联系,构成多层次的统一整体。生理学研究的是功能,细胞和分子水平研究的是生命现象的本质,其中也存在功能的问题。因此,上述的6个层次都有其功能和活动的规律。整体生理活动规律是各个层次局部规律相互作用的综合。但整体的规律不等于各个局部的简单相加。整合生理学的发展将逐步阐明各个层次的特有功能活动以及其中的规律。

近年来,为了强调分子生物学、细胞生物学水平的研究和整体水平研究之间的联系和结合,国际生理学界又提出了转化生理学(translational physiology)的概念。这个概念的提出,有助于把分子生物学和细胞生物学水平的研究成果运用到整体水平的研究,同时又把整体水平(包括临床医学的研究)发展到细胞和分子水平进行研究。

二、生理学研究的不同水平

研究人体的生理功能时可以从整体、器官和系统、细胞和分子三个水平进行。

(一) 整体水平

研究对象是整个机体,包括机体内各器官、系统的相互协调,以及机体与环境之间的相互影响。环境的变化会影响机体的生命活动,机体在变化的环境中维持正常的生命活动。因而,整体水平研究的是机体在不同生理条件下,不同器官、系统之间的相互联系及调节。

(二) 器官和系统水平

研究对象是器官和系统。阐明器官和系统在机体中所起的作用,它是怎样进行活动的,它的活动受到哪些因素的控制等。例如,要了解心脏如何射血、血管如何调配血液供给、血液在血管内的流动规律、各种神经体液因素对心血管活动的调节等,均是在器官和系统水平进行的研究,其研究内容称为器官和

系统生理学。

(三) 细胞和分子水平

研究对象是细胞和它所含的物质分子,是关于生命现象的细胞和分子机制的研究。细胞是构成人体的最基本的结构和功能单位。因此,整个机体的生命活动或各个器官、系统的功能活动都与其细胞的生理特性分不开。例如,心脏的功能与心肌的生理特性分不开,腺体的功能与腺细胞的生理特性分不开。然而,细胞的生理特性又决定于构成细胞的各种物质,尤其是生物大分子的理化特性。例如,心脏之所以能搏动,是由于肌细胞中含有特殊的蛋白质,这些蛋白质分子具有一定的结合或排列方式。细胞的生理特性又取决于特殊的基因,在不同条件下基因的表达也可发生改变,因此,生理学研究又进一步深入到细胞的亚显微结构和分子水平,探讨生命活动最基本的物理化学变化过程。有关这方面的研究内容称为细胞生理学或普通生理学。

值得注意的是,细胞和分子水平研究多采用离体的方法,所得结果不能完全反映完整机体内的功能。因此,细胞和分子水平的研究始终要与器官、系统乃至整体水平的研究结合起来,才能更全面、更深入地阐明生命活动的本质。上述三个水平的研究,它们相互间不是孤立的,而是相互联系、相互补充的。要阐明某一器官的功能及其机制,必须从细胞和分子、器官和系统以及整体三个水平进行研究。不应该将不同水平的研究截然分割开来,也不能认为分子水平的研究是“高级”的,而整体水平的研究是“低级”的。能够正确反映某一功能活动规律的研究都是有意义的。

三、生理学的研究方法

生理学是一门实验科学,一切生理学中的知识都来自对生命现象的客观观察和实验。所谓观察,主要是指在不损害人体健康的自然生活条件下,实地观察、记录和分析功能活动的客观表现。所谓生理学实验,根据其不同属性可以分成不同类型。根据实验对象的不同可分为人体实验和动物实验。如果能从人体的实验中获得有关人体生命活动的规律,将是最理想的。例如,体外测定正常人群安静时的血压、脉搏和呼吸频率,描记正常人的心电图和脑电图,还可以用计算机体层摄影(CT)、磁共振成像(MRI)等手段来发现病灶。通过对人体的实验或检测,人们获得了大量宝贵的资料。尽管如此,在人体上进行的实验还是有限的,某些研究会给机体带来一定的损害,甚至危及生命,因此一般用动物做生理实验。可是,人与动物(尤其是高等动物)虽有许多相似的结构和功能,但将在动物实验中获得生理知识应用到人体时,必须考虑到人与动物的差别,不能把动物实验结果简单地套用于人体。动物实验有急性实验(acute experiment)和慢性实验(chronic experiment),前者又可分为在体(*in vivo*)和离体(*in vitro*)实验。在体实验是指在完整的动物身上进行的观察或实验。离体实验是将器官或细胞从体内分离出来,在一定条件下进行的实验,它有利于排除整体中无关因素的影响,但在特定条件不一定完全代表它们在整体条件下的活动情况。慢性实验是指在一段时间内在同一动物身上多次、重复地观察完整机体内某器官功能的变化,一般在清醒状态下进行。慢性实验获得

的结果较符合整体的生理功能活动,但实验要求高,所需时间长,影响因素较多,实验结果不容易分析。急性和慢性实验可根据实验要求而定,两者可以相互补充、取长补短。

根据实验所观察的水平也可将其分为整体、器官、组织、细胞、亚细胞、分子等水平。近年来在组织、细胞、亚细胞及分子水平上的实验研究取得了较大的进展。例如,可以将细胞膜的成分与细胞的其他成分分离开。因此,在游离的细胞膜碎片上研究膜受体与相应结合物(配体)的相互作用、研究配体与受体的亲和性、哪些因素可以影响这种结合、受体上有几个可以与配体相结合的位点等。经过20世纪80年代分子生物学的发展,人们已经可以用分子克隆技术将某种受体的基因分离出来,从DNA的序列及通过体外表达所产生的蛋白质上、从氨基酸的序列上研究受体的特性。因此,通过一系列不同水平的实验研究,对机体的生理功能有了更深入的了解。

参考资料 1-1

诺贝尔奖的由来

第二节 生命的基本特征

一、新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是生命运动的基本特征之一。新陈代谢是指机体不断地同外环境之间进行物质交换和体内物质与能量转化的过程,包括同化作用(assimilation)和异化作用(dissimilation)。同化作用是指机体从外界摄取营养物质并形成体内的组织和贮备能量的过程。在这个过程中,从消化道吸收入血的物质被合成为结构复杂的物质,又称为合成代谢(anabolism)。合成代谢需要供给能量,是吸能反应。异化作用是指体内的组织成分不断分解释放能量以供机体生命活动的需要,同时将分解的终产物排出体外的过程。在这个过程中,结构复杂的物质被分解成简单的物质,又称分解代谢(catabolism)。营养物质在分解中释放所蕴藏的化学能,是放能反应。体内的同化作用和异化作用是同时进行和互相依赖的。同化是异化的物质基础,没有同化就没有异化,但同化本身所需能量又是从异化作用中释放出来的。因此,同化是异化的前提,异化又是同化的必需条件。机体正是通过同化与异化的矛盾统一过程,不断地进行自我更新。

新陈代谢是一切生命活动发生和发展(细胞功能活动、机体生长发育、繁殖和进化等)的基础,其稳定进行的前提是体内各系统的正常功能活动。各系统功能活动在神经和激素的调节下,相互协同地维持新陈代谢的稳定进行:消化系统不断补充代谢中消耗的营养物质;呼吸和血液循环系统供给代谢所需的 O_2 和营养物质;血液循环将 CO_2 和其他代谢产物运送至相应的排泄途径以排出体外;排泄系统在重吸收营养物质的同时,清除体内的代谢产物和多余的物质以使内环境得以净化;体内物质代谢不断产生能量和热量以供细胞活动和维持正常体温,新陈代谢的本质是多种酶参与的一系列复杂的生物化学过程,正常体温为各种酶活性的保持所必需。

综上所述,生命是蛋白质的存在形式,是机体不断地同外环境进行物质交换和体内各种物质相互联系及作用的过程。尽管在生命世界中,不同种属的表现形式具有多样性,但新陈代谢却是一切生物存在和发展的共同规律。

二、兴奋性

机体生活在一个不断变化着的环境之中。能引起机体发生反应的环境因素变化称为刺激(stimulus)。机体受刺激后所发生的生化代谢和生理功能的变化称为反应(reaction)。机体对刺激发生兴奋的能力称为兴奋性(excitability)。兴奋性是机体生命活动的基本特征之一,表现为兴奋和抑制两种形式(详见第二章)。

兴奋和抑制是体内各种功能活动所表现出的共同规律。在完成具有生物学意义的整体反应的过程中,两者互为前提、对立统一,并可随条件的变化相互发生转化。

总之,在整体内兴奋和抑制是一对矛盾的对立统一体,抑制是兴奋的反面,意味着兴奋的减弱或不易发生兴奋,因此,抑制必须以兴奋为前提。代谢停止的生物体既不能发生兴奋亦无抑制反应,故新陈代谢是机体发生兴奋和抑制的基础。

三、生殖

人的生命(human life)是指从受精卵(fertilized ovum)到人体死亡之间人的存在过程。在这个过程中,个体经历了生命的发生、生长和发育、衰老和死亡。因此,生命是一个单向发展和运动的过程。虽然个体的生命是有限的,但由于个体具有繁衍与自身相似子代的能力,故生命现象又是无限的。机体通过两性活动以产生子代个体,从而使生命得以延续的过程为生殖(reproduction)。

没有生殖就没有生命的发生。生命的发生包括生殖细胞(germ cell)即精子(spermatozoon)和卵子(ovum)的发育成熟,精子在女性生殖道内的运动,排卵和输卵管对卵子的接收,精子与卵子相互作用形成受精卵等过程。受精卵形成标志着新生命的发生。受精卵分裂形成的胚泡(blastocyst)必须植入子宫内膜才能孕育成具有生命活动的个体,即胎儿(fetus),故排卵、受精、胚泡的植入以及胚胎的生长发育等都必须相互精确地衔接,否则,独立生命活动的个体不可能诞生。

个体的生长发育是指从受精卵到成人期的整个过程。生长(growth)是指身体各组织器官长大和形态的变化,表现为量变;发育(development)则是指细胞、组织、器官的分化完善和功能成熟(maturation)的过程,是身体的质变。生长和发育紧密相关,生长是发育的物质基础,发育成熟则反映了生长的量变。

衰老(senescence)指机体生长发育成熟以后,随年龄增长而发生的组织结构、生理功能和心理行为上的一系列退化过程,是个体生命过程的最后阶段,属于生理性衰老。疾病可促进机体结构和功能的退化过程,属病理性衰

老。对多数人而言,衰老通常是两者的综合,是一切生物体不可避免的自然规律。值得指出的是,在生命活动的过程中,一直存在细胞的增殖、分化和衰老,衰老的细胞不断被体内的免疫细胞吞噬,故细胞的衰老不同于整体的衰老。

死亡(death)是一个过程,包括濒死期、临床死亡期和生物学死亡期。目前认为,死亡是机体作为一个整体的功能永久停止,通常以脑死亡(brain death)作为判定死亡的重要标志,而自主性呼吸停止则为脑死亡的首要指标。

四、适应

机体在内、外环境因素变化时,通过克服环境中的不利因素以避免自身受到伤害,进而保持其生理活动的反应称为适应(adaptation);机体根据内、外环境变化调整体内各种活动,以适应变化的能力称为适应性(adaptability)。在人类遗传和进化的过程中,体内逐渐发生和发展了完善而精确的适应环境因素变化的机制。

外环境中的气温、气压和湿度等因素经常发生变化并对机体的活动产生影响。由于体内存在高度完善的神经和体液的调节机制,随时对代谢或功能活动进行调整,加之人类还可通过自己的劳动主动地适应环境,因而使自身与外环境的变化能很好地协调。例如,气温变化很大时,机体通过增加产热和减少散热,或减少产热和增加散热以调节体温;另外,通过增减衣着和活动量,以及创造人工气候环境(如安装使用空调设备)等,使体温始终保持相对的恒定。故人类不仅能依靠生理反应来被动适应环境的变化,还能通过自己的劳动和创造来主动适应其生存和生活的环境。

个体感受器的活动随时监视着外环境的变化,通过精确、快速的神经反射活动,使机体的某些功能活动改变以产生保护性适应机制,如在强光下,瞳孔缩小,减少入眼光线使视网膜得到保护,并使视网膜上形成的物像更为清晰;有害气体刺激呼吸道,导致呼吸暂停,避免呼吸道黏膜受损。

另外,体内组织器官和细胞活动能通过自身某些结构和功能的变化以产生保护性适应机制。如静脉回心血量增加,心室舒张末期容积增大,心肌收缩力增强,搏出量增加;胃内是一个强酸环境,由于有黏液和黏膜屏障以及前列腺素等物质的保护作用,可避免盐酸对胃黏膜的损伤;在膀胱黏膜细胞近游离面的胞质较为浓密,可防止膀胱内尿液的侵蚀;红细胞在通过直径小于自身的毛细血管时能发生形变,此时,可观察到在细胞的周围有一层血浆,表明红细胞不是被动地挤压,而是具有主动变形的能力;白细胞通过毛细血管壁上的小孔进入组织间进行吞噬活动的过程也是如此。

第三节 生理功能的调节

一、机体的内环境与稳态

机体所直接接触的外界环境称为外环境(external environment),外环境是