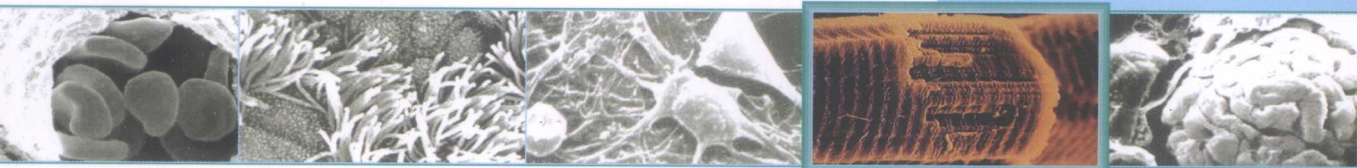


21世纪高等医药院校教材

供中医药类专业使用

生理学

尤行宏 主编



科学出版社

www.sciencep.com



生理学

王学军 主编



• 21 世纪高等医药院校教材 •
供中医药类专业使用

生 理 学

尤行宏 主编

科 学 出 版 社

北 京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

内 容 简 介

本教材是根据教育部下达的《生理学》课程教学基本要求和近年来面向21世纪教学内容和课程体系改革会议精神,结合编者多年教学实践经验和教学改革实际而编写的。全书共十一章,包括绪论,细胞的基本功能,血液,血液循环,呼吸,消化与吸收,能量代谢与体温,肾脏的排泄功能,内分泌,神经系统,感觉器官等内容。教材在编排中注重反映了中医药科研成果和学术发展的主要成就,体现了中医特色。

本书主要供中医药院校各专业学生教学使用,在教学过程中可根据不同专业和课时的实际需要,对不同章节内容的讲解做出合理安排。

图书在版编目(CIP)数据

生理学/尤行宏主编. —北京:科学出版社,2009

21世纪高等医药院校教材.供中医药类专业使用

ISBN 978-7-03-025352-1

I. 生… II. 尤… 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(2009)第 149558 号

责任编辑:杨瑰玉/责任校对:王望容

责任印制:彭超/封面设计:宝典

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉市科利德印务有限公司

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009年8月第一次印刷 印张:17 1/2

印数:1—4 000 字数:390 000

定价:29.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《生理学》编者名单

主 编 尤行宏

副主编 姚小卫 高剑峰

编 委 (按姓氏笔画为序)

尤行宏 刘 永 严 进 李美平

尚立芝 姚小卫 高剑峰

前言

本教材是为高等中医药院校中医药类专业学生而编写的。教材内容根据教育部下达的《生理学》课程基本要求和近几年来面向 21 世纪教学内容和课程体系改革会议精神,结合我们多年使用全国统编规划教材的教学实践经验和教学改革实际编写而成。本教材的编写是为了落实“加强基础,注重素质,整体优化,兼顾专业”的培养原则,体现中医药类专业加强基本理论知识与重视临床专业知识相整合的教学经验,进一步深化生理学理论课教学内容的整合力度,提高学生的科学思维素质,以培养适应新形势下对医学发展要求的专业医学人才。因此,在教材内容上做了较大调整,删去了较陈旧的内容,加强了现代生理学的新进展、新方法的内容,使学生能适应 21 世纪医学各学科、专业发展的要求。

生理学是研究机体生命活动规律的科学,也是重要的医学基础课程之一。学习生理学不但为后续课程奠定基础,而且更重要的是培养学生分析问题和解决问题的能力,为今后从事医学实践和科研工作打下必要的基础。

生理学教学应使学生掌握本学科的基础理论、基本知识和基本实验技能。教师在教学中,应介绍相应的临床学科及各专业相关知识,达到与临床及各专业学科知识的整合。生理学理论教学内容都要求学生学习和掌握,对教材内容的学习除教师讲授外,部分章节和内容可以采取如自学和讨论等方式来学习。依据生理学教学大纲要求,对生理学要求掌握内容是生理学的重点知识,要求学生牢固掌握,并能融会贯通地应用到分析和解决实际问题中;对于生理学与其他学科相互交叉、辉映的内容,要求学生对其有明确的印象;而有关生理学的新进展和新的研究方法等,学生应该对其有所了解和认识。

全书共十一章,在教材使用中可根据生理学教学的实际需要,依据教学大纲和专业的实际教学要求,对不同章节内容的讲解做出合理安排,并在教学适时反映中医药科研成果和学术发展的主要成就,在有关章节中加入相应的中医研究成果,体现了中医特色。

本教材在继承的基础上体现了一定的创新和改革,各编委为了教材的编写都付出了艰辛的劳动,但由于水平有限,难免出现不足或错漏之处,在此敬请广大教师和学生在本版教材的使用中予以批评和指正,并能给我们及时提出宝贵意见和建议,以便日后能逐步完善,以适应中医药院校人才培养的需要。

编者

2009 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1
一、生理学的研究方法	1
二、生命活动的基本特征	2
三、生理学研究的三个水平	2
四、机体的内环境与稳态	3
五、人体生理功能的调节	4
六、人体功能活动的自动控制原理	5
第二章 细胞的基本功能	7
第一节 细胞膜跨膜物质转运功能	7
一、细胞膜的基本结构	7
二、跨膜物质转运	9
第二节 细胞的跨膜信号转导功能	13
一、G 蛋白耦联受体介导的跨膜信号转导	14
二、酶耦联受体介导的跨膜信号转导	15
三、离子通道介导的跨膜信号转导	16
第三节 细胞的兴奋性和生物电现象	17
一、静息电位及其产生原理	17
二、动作电位及其产生原理	19
三、细胞的兴奋与兴奋性	21
四、兴奋在同一细胞上的传导	25
第四节 骨骼肌细胞的收缩功能	26
一、骨骼肌细胞的微细结构	26
二、骨骼肌的收缩原理	27
三、骨骼肌收缩外部表现	29
四、影响骨骼肌收缩的因素	30
第三章 血液	33
第一节 血液的组成和血量	33
一、血液的组成	33
二、血量	33

第二节 血浆	33
一、血浆的主要成分及其功能	33
二、血浆的理化特性	34
第三节 血细胞	35
一、红细胞	35
二、白细胞	37
三、血小板	38
第四节 血液凝固、抗凝系统与纤溶	39
一、血液凝固	39
二、纤维蛋白溶解	42
第五节 血型	43
一、血型与红细胞凝集	43
二、红细胞血型	43
三、输血原则	45
第四章 血液循环	47
第一节 心肌细胞的生物电现象	47
一、心肌细胞的分类	47
二、工作细胞的跨膜电位及其形成原理	48
三、自律细胞的跨膜电位及其形成原理	51
第二节 心肌细胞的生理特性	52
一、自动节律性	53
二、兴奋性	55
三、传导性	57
四、收缩性	59
第三节 心脏的泵血功能	59
一、心动周期和心率	60
二、心脏的泵血过程	60
三、心脏泵血功能的评价	63
四、影响心脏泵血功能的因素	64
五、心力储备	66
第四节 心音与心电图	67
一、心音与心音图	67
二、心电图	67
第五节 血管生理	69
一、各类血管的结构和功能特点	69
二、血管系统中的血流动力学	70
三、动脉血压和动脉脉搏	73
四、静脉血压和静脉回心血量	77
五、微循环	79

六、组织液	80
七、淋巴液	82
第六节 心血管活动的调节	82
一、神经调节	82
二、体液调节	90
三、自身调节	93
第七节 器官循环	93
一、冠脉循环	93
二、肺循环	95
三、脑循环	96
第五章 呼吸	99
第一节 肺通气	99
一、实现肺通气的结构	99
二、肺通气的原理	103
三、肺容积和肺容量	106
四、肺通气量	108
第二节 呼吸气体的交换	109
一、气体交换原理	109
二、肺换气	110
三、组织换气	112
第三节 气体在血液中的运输	112
一、氧和二氧化碳在血液中的运输形式	112
二、氧的运输	112
三、二氧化碳的运输	115
第四节 呼吸运动的调节	117
一、呼吸中枢与呼吸节律的形成	117
二、呼吸运动的反射性调节	119
第六章 消化与吸收	124
第一节 概 述	124
一、消化管平滑肌的特性	124
二、消化腺的分泌功能	125
三、胃肠道的神经支配	125
四、消化道的内分泌功能	126
第二节 口腔内消化	127
一、唾液的成分、作用及其分泌	127
二、咀嚼和吞咽	127
第三节 胃内消化	128
一、胃液的分泌	128
二、胃的运动	132

第四节 小肠内消化	133
一、胰液的分泌	133
二、胆汁的分泌	135
三、小肠液的分泌	135
四、小肠的运动	136
第五节 大肠的功能	137
第六节 吸 收	138
一、概述	138
二、小肠内主要营养物质的吸收	139
第七章 能量代谢与体温	143
第一节 能量代谢	143
一、能量的来源与利用	143
二、能量代谢的测定	144
三、影响能量代谢的因素	147
四、基础代谢	148
第二节 体温及其调节	150
一、人体正常体温及其生理波动	150
二、体热平衡	152
三、体温的调节	154
第八章 肾脏的排泄功能	157
第一节 概述	157
一、肾脏的功能概述	157
二、肾脏的功能结构	158
三、肾脏的血液循环	160
第二节 肾小球的滤过功能	162
一、滤过膜及其通透性	163
二、肾小球有效滤过压	164
三、肾小球滤过率、滤过分数与血浆清除率	165
四、影响肾小球滤过的因素	166
第三节 肾小管和集合管的重吸收功能	167
一、概述	167
二、几种物质的重吸收	168
三、影响肾小管和集合管重吸收的因素	172
第四节 肾小管和集合管的分泌功能	172
一、 H^+ 的分泌	173
二、 K^+ 的分泌	173
三、 NH_3 的分泌	173
四、其他物质的排泄	174

第五节 肾小管和集合管功能的调节	175
一、神经调节	175
二、体液调节	175
第六节 尿液的浓缩和稀释	180
一、尿液的浓缩	180
二、尿液的稀释	182
第七节 尿液的排放	182
一、膀胱和尿道的神经支配	182
二、排尿反射	183
第九章 内分泌	184
第一节 概述	184
一、激素的分类	184
二、激素的作用机制	186
三、激素作用的一般特征	188
第二节 下丘脑与垂体的内分泌功能	189
一、下丘脑与垂体的功能联系	189
二、腺垂体激素	191
三、神经垂体激素	194
第三节 甲状腺	195
一、甲状腺激素的合成与代谢	195
二、甲状腺激素的生理作用	198
三、甲状腺激素分泌的调节	199
第四节 甲状旁腺及甲状腺 C 细胞	202
一、甲状旁腺激素	202
二、降钙素	203
三、1,25-二羟维生素 D ₃	203
第五节 肾上腺	204
一、肾上腺皮质激素	205
二、肾上腺髓质激素	207
第六节 胰岛	209
一、胰岛素	209
二、胰高血糖素	212
第七节 性腺	212
一、睾丸的内分泌功能	213
二、卵巢的内分泌功能	214
三、卵巢的内分泌与月经周期	215
四、胎盘的内分泌功能	216

第十章 神经系统	218
第一节 神经元与神经胶质细胞活动的一般功能	218
一、神经元和神经纤维	218
二、神经胶质细胞	220
第二节 突触传递	221
一、突触的结构及类型	221
二、突触传递的过程	223
三、神经递质与受体	224
第三节 反射中枢活动的一般规律	226
一、中枢神经元的联系方式	227
二、反射中枢内兴奋传递的特征	227
三、中枢抑制	228
第四节 神经系统的感觉功能	230
一、脊髓的感觉传导功能	230
二、丘脑及其感觉投射系统	230
三、大脑皮层的感觉分析功能	233
四、痛觉	234
第五节 神经系统对躯体运动的调节	236
一、脊髓对躯体运动的调节	236
二、脑干对肌紧张的调节	239
三、小脑对躯体运动的调节	240
四、基底神经节对躯体运动的调节	241
五、大脑皮层对躯体运动的调节	241
第六节 神经系统对内脏活动的调节	242
一、自主神经系统的结构特征	242
二、自主神经系统的功能特点	244
三、内脏活动的中枢调节	245
第七节 脑的高级功能	246
一、大脑皮层的生物电活动	246
二、觉醒与睡眠	248
三、学习与记忆	249
四、大脑皮层的语言中枢和一侧优势	250
第十一章 感觉器官	252
第一节 概述	252
第二节 视觉器官	253
一、眼的折光系统及其调节	254
二、眼的感光系统	256

第三节 听觉器官	259
一、外耳和中耳的传音功能	259
二、耳蜗的感音功能	261
第四节 前庭器官	263
一、前庭器官的感受细胞及适宜刺激	263
二、椭圆囊和球囊的功能	264
三、半规管的功能	264
主要参考文献	266

第一章 绪 论

生理学(physiology)是研究生物体生命活动及其各个组成部分功能活动规律的一门科学,是生物学的一个分支。根据研究对象的不同,生理学可分为动物生理学和人体生理学等。根据研究内容和方向的不同,人体生理学又有不同的研究方向,如医学生理学、体育生理学、艺术生理学等。人体生理学是研究正常人体生命活动规律及其原理的科学,特别是研究各个器官、细胞功能表现的内部机制,不同系统、器官、细胞活动时相互关系和相互作用,并阐明机体作为一个整体,如何在复杂多变的环境中维持正常生命活动过程的一门学科。

生理学的发展与医学有着密切联系。在医疗实践中和对人体的一般观察中积累了关于人体生理功能的许多知识,更通过对人体和动物的实验分析研究,进一步深入探索这些生理功能的内在机制和相互关系,逐渐形成关于人和动物机体功能的系统性理论科学。医学中关于疾病问题的理论研究是以人体生理学的基本理论为基础的;同时,通过医学实践又可以检验生理学理论是否正确,并不断以新的内容和新的问题丰富生理学理论和推动生理学研究。因此,生理学是医学的一门基础理论学科。

一、生理学的研究方法

生理学是现代医学的基础理论科学,是现代医学基础课程向临床课程过渡的桥梁课程,同时生理学也是一门实验科学。现代生理学的理论知识均来源于生理学的研究,其方法分为调查研究 and 实验室研究。调查研究是以人的群体为对象进行的;实验室研究可用人或动物作为研究对象。其中,人体实验必须遵守伦理道德、无创性原则等因素的限制,因此,动物实验成为生理学研究的主要方法。动物实验分为急性实验和慢性实验两种。

(一) 急性实验法

急性实验又分为在体实验和离体实验两种。

1. 在体实验 是将动物麻醉后施行手术,暴露某些器官,观察该器官在体内与其他器官仍处于自然联系状态下的活动规律及各种因素对之产生影响的实验。在体实验的优点是实验条件易于控制,观察分析较为客观。如心脏的期前收缩与代偿间歇实验。

2. 离体实验 是将动物的某些器官(如心脏、肾脏)、组织(如心肌、骨骼肌、神经干)或细胞,用手术的方法将其取出,置于适宜的人工环境中进行观察,分析它们的活动规律和原理的实验。离体实验的优点是排除了许多无关因素的影响,实验因素单纯,结果易于分析。

(二) 慢性实验法

慢性实验是指在无菌条件下,对动物进行手术,施加实验因素,等动物恢复后,在动物清醒或接近正常生活状态下,观察手术后动物机体功能的相应改变,并对功能改变和实验

因素之间的关系进行分析的实验。慢性实验的优点是最大限度地使动物的实验状态和正常状态相同或相似,从而使获得的实验数据具有较高的准确性,同时,慢性实验的可重复性较高,因此,一般性的科学研究多采用此类方法。

二、生命活动的基本特征

每个生物体都可以进行各自具有不同特点的多种生命活动,但最基本的生命活动是新陈代谢、兴奋性与生殖。

(一) 新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是生命活动的最基本特征。它包括物质代谢和能量代谢两个方面。物质代谢又分为合成代谢和分解代谢两个过程。机体与环境之间不断进行物质交换和能量交换,以实现自我更新的过程,称为新陈代谢。

合成代谢是指机体不断从外界环境中摄取营养物质来合成及重建自身结构成分的过程。分解代谢是指机体不断分解、破坏自身结构,并将其代谢废物排出体外的过程。在物质代谢的同时,始终伴随着能量代谢。一般在分解代谢过程中有能量的释放,这些能量供给生命活动及维持体温需要;而在合成代谢过程中,则必须给机体供给能量。因此,物质代谢和能量代谢是密不可分的。生物体的基本结构、功能单位是细胞,细胞只有通过新陈代谢不断地获得更新,才能维持生命活动的进行。新陈代谢一旦停止,生命将会结束。

(二) 兴奋性

机体所处的环境是经常发生变化的,这些变化被机体、组织或细胞所感受,能引起它们的功能活动发生相应的改变,并与变化了的环境相适应。这是一切有生命活动的生物体都具有的能力。机体、组织或细胞具有对刺激发生反应的能力,称为**兴奋性(excitability)**。

能被机体、组织、细胞所感受的环境条件变化,称为**刺激(stimulus)**,如电流、温度、压力、化学刺激等。由刺激引起的机体内部代谢过程及外部活动的改变称为**反应(reaction, response)**。反应有两种表现形式,一种是由安静转变为活动,或活动由弱逐渐加强,称为**兴奋(excitation)**。兴奋的表现形式多种多样,如腺细胞的分泌、肌细胞的收缩等。接受刺激后能产生兴奋的细胞称为可兴奋细胞,如肌细胞、神经细胞及腺细胞。另一种反应与兴奋相反,表现为活动停止,或活动由强逐渐变弱,这种反应称为**抑制(inhibition)**。刺激引起的反应是兴奋还是抑制,一方面取决于刺激的质和量,同时也取决于组织、细胞的特性和状态。

(三) 生殖

生物体生长发育到一定阶段后,能够产生与自己相近似的子代个体的功能称为**生殖(reproduction)**。生殖功能实现了人类或生物的种族延续,即生命活动的延续。如果生殖功能丧失,则种系不能延续,物种将被淘汰,所以生殖也是生命活动的特征之一。

三、生理学研究的三个水平

机体是由种类繁多的细胞、组织、器官和功能系统所构成的统一整体。为了探讨生命活动的过程、规律及原理,往往要从不同层次进行分析研究。针对研究对象的不同,可以

将生理学的研究分为三个水平:整体水平,器官、系统水平,细胞、分子水平。

(一) 整体水平

把人以一个整体作为研究对象,探讨机体整体功能活动规律的过程、整体内各种功能活动的关系,以及环境社会因素对整体功能活动的影响等,这些都属于整体水平研究的范畴。如人体各种生理正常值的确定就是通过对大量人体的调查与测量得到的。

(二) 器官、系统水平

了解一个器官或系统的功能活动规律和原理,以及它们在整体活动中的地位与作用,这就需要对某个器官或功能系统进行观察和分析。如食物在口腔、胃肠内的消化与吸收,以及神经体液因素对它们活动的影响等。

(三) 细胞、分子水平

细胞是组成人体最基本的结构与功能单位,人体的功能活动都是在细胞内或细胞间进行的各种物理与化学过程。随着分子生物学的发展,人类对生命活动的本质认识已经进入到分子水平。生理学研究也深入到构成细胞的各种分子,特别是生物大分子(核酸与蛋白质)的理化特性及功能研究,如肌细胞在收缩时有特殊蛋白质分子排列方式的改变,心肌细胞电生理学特性决定了它们的生理学特性及心动周期活动等。

四、机体的内环境与稳态

(一) 体液与内环境

体液(body fluid)是机体内液体的总称。正常成年人的体液约占体重的60%,其中40%分布在细胞内,称为**细胞内液(intracellular fluid)**,另外20%分布在细胞外,称为**细胞外液(extracellular fluid)**。细胞外液包括组织液、血浆、淋巴液及脑脊液等。细胞外液是组织、细胞直接接触的生存环境,故将细胞外液称为机体的**内环境(internal environment)**,以区别机体生存的外部自然环境。外环境的变化不能直接作用于组织细胞,必须通过细胞外液即内环境才能对组织细胞发生影响。

细胞内液以细胞膜与组织液相隔开,而组织液则以毛细血管壁与血液中的血浆相隔开。细胞膜与毛细血管壁均是具有一定通透性的半透膜。水分和一切能够透过细胞膜和毛细血管壁的物质均可以在细胞内液、组织液、血浆之间进行交换。因此,细胞内液和细胞外液虽然彼此隔开,却又相互沟通。

(二) 稳态

在正常情况下,内环境的化学成分和理化特性,如各种离子的浓度、温度、渗透压、酸碱度等虽然经常处于变动中,但变动的范围很小。这种内环境的理化性质保持相对稳定的状态称为**稳态(homeostasis)**。稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。稳态包括两方面的含义:一方面是指细胞外液理化特性总是在一定水平上保持相对恒定,不随外界环境的变动而明显变化;另一方面是指这一恒定状态不是完全固定不变的,它是一种相对的动态平衡,是在微小的波动中保持相对恒定。因此,稳态是一个相对稳定的状态。当前关于稳态的概念,已不仅局限于内环境稳态的实现,也可泛指从细胞到人的整体功能状态保

持相对稳定。

机体生活过程中,外界环境经常发生剧烈的变化,体内细胞又不断地通过细胞外液与外环境进行物质交换,随时都在影响或破坏内环境稳态。由于体内各器官在神经系统和体液因素的调节下,进行各种复杂的生理协调活动,因而能保持内环境稳态。内环境稳态一旦遭受破坏,将引起机体某些功能紊乱,甚至出现疾病。如不及时纠正,将会危及生命。

五、人体生理功能的调节

在机体处于不同的生理状态,或外界环境发生变化时,体内的某些系统、器官或组织的活动及状态也要发生相应的改变,从而适应环境的变化。人体能够应对各种复杂的内、外环境变化,并调整机体的各种功能活动,使机体能够适应环境条件的变化,从而维持正常的功能状态,这种功能活动被称为**调节(regulation)**。人体的调节方式主要有神经调节、体液调节及自身调节三种方式。

(一) 神经调节

机体的许多生理功能都能受到神经系统的活动进行调节,它是机体最主要的调节方式,在所有调节机制中起主导作用。神经调节的基本方式是**反射(reflex)**。

1. 反射与反射弧 反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境变化所做出的规律的、适应性的应答。完成反射的结构基础是**反射弧(reflex arc)**,一个最简单的反射活动,其反射弧应包括感受器、传入神经、反射中枢、传出神经及效应器等五组成部分。反射弧的完整是反射活动进行的必要条件,反射弧的五个部分缺一不可,其中任何一个部分破坏或功能障碍,则该反射活动不能完成。

2. 反射类型 人类和动物的反射,按其形成条件的不同,可分为**非条件反射(unconditioned reflex)**与**条件反射(conditioned reflex)**。非条件反射是先天遗传的,反射弧和反应方式都比较固定,多为人与动物维持生命的本能活动,如吸吮反射、吞咽反射、瞳孔对光反射等。条件反射是个体后天获得的,是个体在生活过程中,在非条件反射的基础上建立起来的反射,如望梅止渴,谈虎色变等。条件反射是一种高级神经活动,它使人对环境的适应力大大增强。

神经调节的特点是反应迅速、精确,作用局限而短暂。

(二) 体液调节

体液调节(humoral regulation)是指体内的一些细胞生成并分泌一种特殊的具有高效生物活性的化学物质,该物质通过体液的运输,作用于全身细胞或某些器官,对机体发挥功能调节作用。能合成这种特殊物质的细胞称为腺细胞,相同功能的腺细胞可以组成腺体。这些内分泌细胞产生的具有高效生物活性的物质,称为激素。

体液调节通过相应的激素发挥作用,其调节途径主要为全身性体液调节,激素经过长距离的血液循环运至远隔的细胞、组织或器官发挥作用的调节方式,也称经血途径;某些组织细胞产生的一些化学物质,在组织液中扩散,调节邻近的组织、细胞的功能活动,这种调节是通过局部体液因素进行的,称为局部性体液调节,也称为**旁分泌(paracrine)**,它是