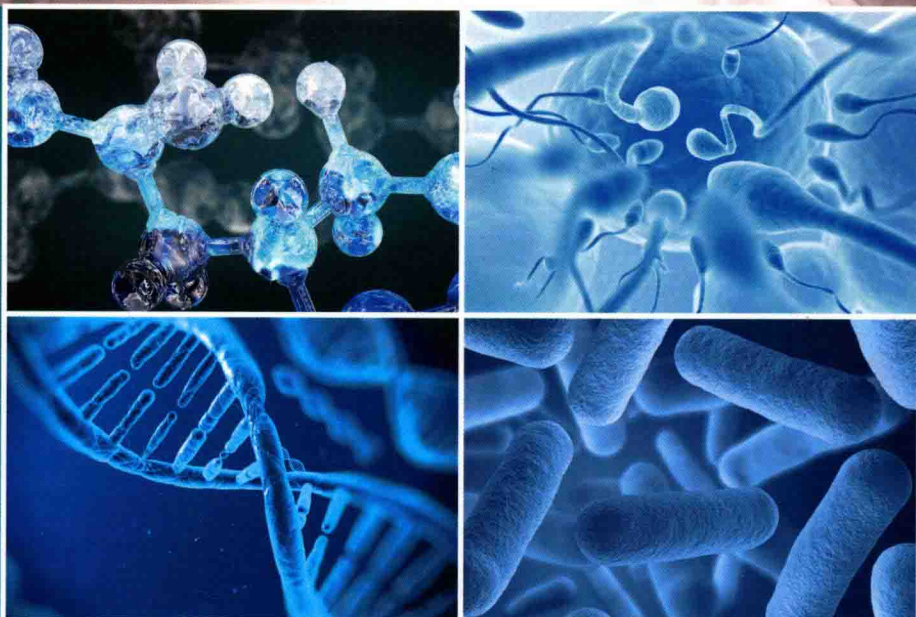


医学高等院校教材

生理学

Physiology

主编 ◎ 高剑峰 张松江



西安交通大学出版社
XI' AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

生理学

Physiology

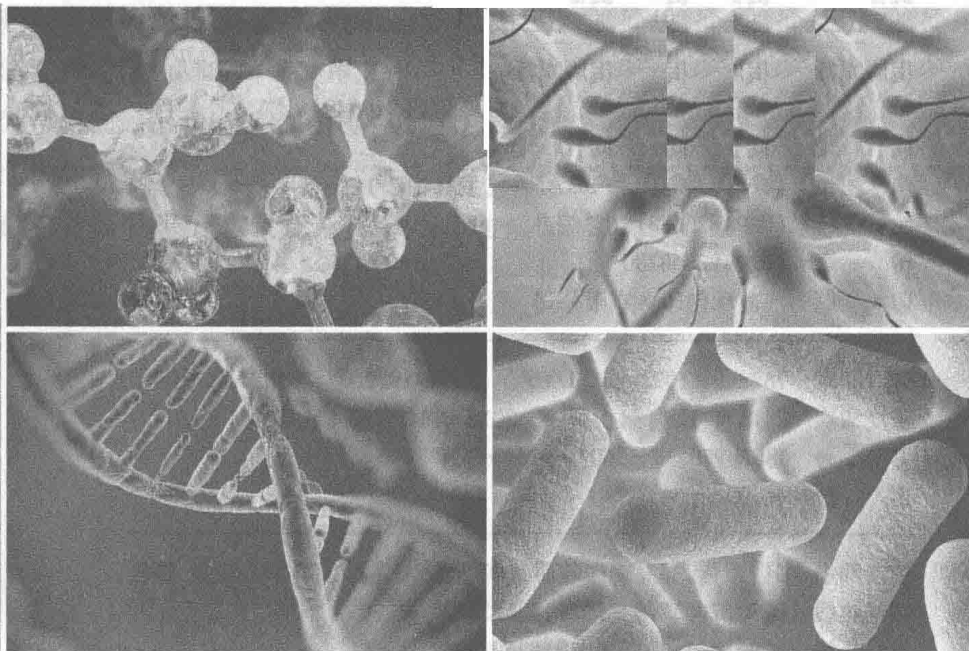
主 编 ◎ 高剑峰 张松江

副主编 王红伟 张文靖 王 峰

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 权 吕明惠 刘 永 苏少华

武 鑫 尚立芝 郑婉君 赵献敏



西安交通大学出版社
XI' AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

生理学/高剑峰,张松江主编. —西安:西安交通大学出版社,
2016. 11
ISBN 978-7-5605-9164-3

I. ①生… II. ①高… ②张… III. ①生理学 IV. ①Q4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第280982号

书 名 生理学
主 编 高剑峰 张松江
责任编辑 问媛媛 王 雯

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码710049)
网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 河南承创印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19.5 字数 510千字
版次印次 2016年12月第1版 2016年12月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-9164-3
定 价 46.00元

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82668803 (029)82668804
读者信箱:med_xjup@163.com

版权所有 侵权必究

前 言

在教学理念和教学方法大变革的今天,生理学作为一门西医基础理论课程,在培养学生的自主学习能力、创新能力、批判性思维、人文意识及科研理念等方面尤其重要。为了适应新时代对医学人才的要求,《生理学》教材需要经常更新,并且具有专业的针对性特点。

参加此次教材编写的人员共 13 人,绝大部分都是目前工作在生理学教学第一线的教授、副教授和讲师。为了培养新一代的接班人,特地由导师带领 3 名研究生参与此次编写工作。在编写过程中,编者对各自编写的章节内容都做了认真考虑,参考了国内外著名《生理学》教材的最新版本,并结合了国内教学习惯和教学实际,力求内容有较强的科学性和先进性。

本教材内容共分为十二章,第一章主要介绍生理学的基本概念与基本知识,第二章介绍细胞的基本功能,其余章节分别介绍构成人体的各大系统,包括心血管系统、呼吸系统、消化系统、泌尿系统、内分泌系统和神经系统等的生理功能。为方便教学和学习使用,本教材在每章开始以树状图列出知识概要,每章最后列出思考题。同时正文部分增添知识拓展内容,目的是实现基础知识紧密联系临床实际、教学联系科研,展现生理学教学的人文关怀精神,全面提升学生的综合能力。

本教材可供护理、针灸推拿、康复、医学检验和影像等专业的学生作为教材使用,也可供广大医学工作者作为参考用书使用。

非常感谢在编写和出版过程中各位领导、各界专家和同仁给予的帮助、支持和指导。由于时间仓促和经验不足,书中难免存在错误和不妥之处,恳请各位专家、医学工作者和学生在使用本教材过程中,提出宝贵意见,以便再版时修订完善。

高剑峰 张松江

2016 年 10 月 10 日

目 录

第一章 绪 论

第一节 生理学的研究内容	1
一、生理学的研究对象和任务	1
二、生理学的研究方法	2
三、生理学研究的三个水平	3
第二节 生命活动的基本特征	4
一、新陈代谢	4
二、兴奋性	4
三、生殖	5
第三节 机体的体液、内环境与稳态	6
一、体液与内环境	6
二、稳态	6
第四节 机体生理功能的调节	7
一、神经调节	7
二、体液调节	8
三、自身调节	9
第五节 机体功能活动的自动控制原理	9
一、反馈控制系统	9
二、前馈控制系统	10

第二章 细胞的基本功能

第一节 细胞膜的基本结构和跨膜物质转运功能	13
一、细胞膜的结构和化学组成	13
二、细胞膜的跨膜物质转运功能	14
第二节 细胞的跨膜信号转导功能	19
一、G 蛋白耦联受体介导的信号转导	19
二、酶耦联受体介导的信号转导	20
三、离子通道介导的信号转导	21
第三节 细胞的生物电现象	22
一、静息电位及其产生机制	23
二、动作电位及其产生机制	24
三、局部电位	28
第四节 肌肉的收缩功能	28
一、横纹肌	29
二、平滑肌	36

第三章 血液

第一节 血液的组成和理化特性	38
一、血液的基本组成	38
二、血液的理化特性	39
第二节 血细胞生理	41
一、红细胞	41
二、白细胞	43
三、血小板	46
第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	48
一、血液凝固与抗凝系统	48

二、纤维蛋白溶解与纤溶抑制物	52
第四节 血型与输血	53
一、红细胞血型	54
二、输血	56

第四章 血液循环

第一节 心脏的泵血功能	59
一、心脏的周期性活动与心率	59
二、心脏泵血过程	60
三、心脏泵血功能的评价	62
四、影响心脏泵血功能的因素	64
五、心力储备	66
第二节 心肌细胞的生物电现象	67
一、心肌细胞的分类	67
二、心肌细胞的跨膜电位	68
三、心肌细胞的电生理类型	72
第三节 心肌细胞的生理特性	73
一、心肌细胞的电生理特性	73
二、心肌细胞的机械特性——收缩性	80
第四节 心音和心电图	81
一、心音和心音图	81
二、体表心电图	82
第五节 血管生理	86
一、各类血管的结构和功能特点	86
二、血管系统中的血流动力学	88
三、动脉血压和动脉脉搏	90
四、微循环	95

五、组织液和淋巴液	97
六、静脉血压和静脉回流	99
第六节 心血管活动的调节	101
一、神经调节	101
二、体液调节	107
三、心血管的自身调节	110

第五章 呼 吸

第一节 肺通气	113
一、呼吸道的结构特征和功能	113
二、肺泡的结构和功能	114
三、肺通气动力	115
四、肺通气阻力	117
五、肺容积和肺容量	118
六、肺通气量	120
第二节 呼吸气体的交换	121
一、呼吸气体交换的原理	121
二、肺泡气体交换和组织气体交换	122
第三节 气体在血液中的运输	124
一、氧和二氧化碳在血液中的存在形式	124
二、氧的运输	124
三、二氧化碳的运输	127
第四节 呼吸运动的调节	129
一、呼吸中枢	129
二、呼吸运动的反射性调节	130

第六章 消化和吸收

第一节 概 述	135
一、消化道平滑肌	135
二、消化腺的分泌功能	136
三、消化道的神经支配及其作用	136
四、消化系统的内分泌功能	137
第二节 口腔内消化和吞咽	139
一、唾液分泌	139
二、咀嚼和吞咽	139
第三节 胃内消化	140
一、胃液的分泌	140
二、胃的运动	144
第四节 小肠内消化	146
一、胰液的分泌	146
二、胆汁	147
三、小肠液的分泌	149
四、小肠运动	149
第五节 大肠的功能	151
一、大肠液的分泌及大肠内细菌的作用	151
二、大肠运动和排便反射	152
第六节 吸 收	153
一、吸收的部位及途径	153
二、小肠内主要营养物质的吸收	153

第七章 能量代谢与体温

第一节 能量代谢	156
一、机体能量的来源与利用	156
二、能量代谢的测定	157
三、影响能量代谢的主要因素	160
四、基础代谢	161
第二节 体温及其调节	162
一、人体正常体温及其生理变动	162
二、机体的产热与散热	164
三、体温调节	166

第八章 肾脏的泌尿功能

第一节 肾脏的结构和血液循环特点	170
一、肾脏的功能结构特点	170
二、肾脏血流特点及其调节	172
第二节 肾小球的滤过功能	173
一、滤过膜及其通透性	174
二、肾小球滤过作用的动力——有效滤过压	175
三、影响肾小球滤过的因素	176
第三节 肾小管和集合管的重吸收功能	178
一、肾小管与集合管的重吸收方式和特点	178
二、各段肾小管和集合管的重吸收功能	179
第四节 肾小管和集合管的分泌与排泄功能	183
一、 H^+ 的分泌	183
二、 NH_3 的分泌	184

三、 K^+ 的分泌	184
四、其他物质的排泄	184
第五节 尿液的浓缩和稀释	185
一、尿液浓缩和稀释机制	185
二、肾髓质渗透压梯度的形成机制	185
第六节 尿生成的调节	187
一、肾内自身调节	187
二、神经和体液性调节	188
第七节 排尿活动	192
一、膀胱与尿道的神经支配及作用	193
二、排尿反射	193

第九章 内分泌

第一节 概 述	196
一、激素的分类	196
二、激素的传递方式	198
三、激素的一般生理作用和特征	199
四、激素作用的机制	199
第二节 下丘脑与垂体	200
一、下丘脑 - 神经垂体系统	201
二、下丘脑 - 腺垂体系统	202
第三节 甲状腺	205
一、甲状腺激素的合成与代谢	205
二、甲状腺激素的生理作用	207
三、甲状腺功能的调节	209

第四节	甲状旁腺激素及其他调节钙、磷代谢的激素	210
一、甲状旁腺激素		211
二、降钙素		211
三、1,25 - 二羟维生素 D ₃		212
第五节	肾上腺	213
一、肾上腺皮质		213
二、肾上腺髓质		216
第六节	胰 岛	218
一、胰岛素		218
二、胰高血糖素		220
第七节	松果体的激素、前列腺素	221
一、松果体的激素		221
二、前列腺素		221

第十章 生 殖

第一节	男性生殖	223
一、雄激素与抑制素		224
二、睾酮的作用		224
三、睾丸功能的调节		224
第二节	女性生殖	225
一、卵巢激素的作用		225
二、卵巢内分泌与月经周期		227
第三节	妊娠与分娩	229
一、妊娠		229
二、分娩		230

第十一章 神经系统

第一节 神经系统的基本结构与功能	233
一、神经元与神经纤维	233
二、神经胶质细胞	236
第二节 突触传递	238
一、突触的结构及分类	238
二、经典突触传递的过程	240
三、神经递质和受体	243
第三节 中枢活动的一般规律	247
一、反射中枢	247
二、中枢神经元的联系方式	247
三、反射中枢内兴奋传递的特征	248
四、中枢抑制	249
第四节 神经系统的感觉分析功能	252
一、脊髓的感觉传导功能	252
二、丘脑及其感觉投射系统	252
三、大脑皮层的感觉分析功能	254
四、痛觉	255
第五节 神经系统对躯体运动的调节	258
一、脊髓对躯体运动的调节	258
二、脑干对肌紧张的调节	261
三、小脑对躯体运动的调节	262
四、基底神经节对躯体运动的调节	263
五、大脑皮层对躯体运动的调节	265
第六节 神经系统对内脏活动的调节	266
一、自主神经系统的功能特点	267
二、自主神经系统各级中枢的功能	269

第七节 脑的高级功能 271

一、大脑皮层的生物电活动 271

二、觉醒和睡眠 273

三、学习与记忆 275

四、大脑皮层的语言中枢和一侧优势 277

第十二章 感觉器官

第一节 概 述 280

一、感受器、感觉器官 280

二、感受器的一般生理特性 280

第二节 视觉器官 281

一、眼的折光功能 281

二、视网膜的感光功能 284

三、双眼视觉和立体视觉 287

四、常用视觉功能的检测 287

第三节 听觉器官 289

一、人耳的听阈 289

二、外耳的功能 289

三、中耳的功能 289

四、声波传入内耳的途径 291

五、内耳的功能 291

第四节 前庭器官 294

一、前庭器官 294

二、前庭反应 295

第五节 嗅觉和味觉感受器 296

一、嗅觉感受器和嗅觉 296

二、味觉感受器和味觉 296

第一章 绪 论



第一节 生理学的内容

▶ 学习要点 ◀

了解：生理学的研究对象、任务、三个研究水平和研究方法。

一、生理学的研究对象和任务

生理学 (physiology) 是研究正常生命活动规律的科学,是生物学的一个分支。根据研究对象的不同,生理学可分为植物生理学、动物生理学及人体生理学。人体生理学是研究正常人体生命活动规律的科学,简称生理学。生命活动是组成人体各器官、系统功能活动的综合表现,如心脏的跳动、肌的收缩与舒张、神经传导兴奋、消化系统对食物的消化与吸收、肺的呼吸、血液循环、腺细胞的分泌等。生理学的任务就是探讨各种生命活动的发生原理、发展过程、活动规律、各种生命活动之间的联系、环境因素改变对它们的影响以及整体状态下它们的相互协调与统一等。

生理学是一门重要的医学基础课程。只有了解和掌握了正常人体生理活动的规律与原理,才能判断疾病的发生与发展。同样,临床医疗实践又为生理学的研究不断地提出新的研究方向和课题。医学生理学与医学临床相互促进、共同发展。中医药学有着数千年的历史,具有丰富的实践经验和独特的理论体系。早在 2000 多年前,《黄帝内经》中就有许多关于人



体功能活动的描述与记载,如心主血脉、肺主气、司呼吸、肾主水等。针刺麻醉的研究促进了神经系统生理学,尤其是痛觉生理学的发展;活血化瘀的研究促进了微循环及血液流变学的发展等。中医药院校的学生学习生理学的目的是掌握正常人体生命活动的规律及原理,为学习后续医学基础和临床课程提供必备的基础知识和技能;同时,也为继承和发扬中医药学、加速中医药现代化提供必要的思路与方法。

随着现代科学技术的发展,特别是分子生物学技术在医学科研中的广泛应用,使生理学研究有了很大的发展,人类对生命活动的认识逐步深入,如细胞周期调控与细胞凋亡、受体生理学、离子通道、转录因子及自由基学说等。

二、生理学的研究方法

生理学知识大多来自实验研究,是科学研究的主要内容。它由三个基本部分所组成:即受试对象(人或动物)、被试因素及实验效应(常用观测指标来反映)。现代生理学就是大量应用各学科的新技术、新方法,以具有生命活动的机体、器官、组织或细胞为研究对象,在不影响人体健康的前提下才能进行人体观察实验,也称为无损伤检查,如体温、血压、心电的测量或血、尿液的检验等。医学生理学研究更多的是进行动物实验,并将动物实验分为急性实验与慢性实验两类。

1. 急性实验

急性实验又分为在体实验与离体实验两种。

(1) 在体实验:是将动物麻醉后施行手术,暴露某器官,观察该器官在体内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的实验。

(2) 离体实验:是将动物的某些器官(如心脏、肾脏)、组织(如心肌、平滑肌、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。

2. 慢性实验

通常是在无菌条件下,对动物施行手术,暴露、摘除、破坏、切除或移植某些器官;待手术创伤恢复后,动物在清醒或接近正常生活状态下,观察其功能活动规律或功能缺损、功能紊乱表现的实验。此类方法最大的优点在于保存了各器官的自然关系,动物清醒并接近常态,而且实验可以反复多次观测。如巴甫洛夫(Ivan Petrovich Pavlov)创造的多种消化瘘管(如唾液、胰液、胆汁等瘘管)对食物化学性消化的研究。



知识拓展 ZHISHITUOZHAN



图1-1 伊凡·彼德罗维奇·巴甫洛夫

伊凡·彼德罗维奇·巴甫洛夫(Иван Петрович Павлов)

伊凡·彼德罗维奇·巴甫洛夫(Иван Петрович Павлов, 1849. 9—1936. 2)

(图1-1)俄国生理学家、心理学家,高级神经活动生理学的奠基人,条件反射理论的建构者,因在消化生理学方面的出色成果而荣获1904年诺贝尔生理学和医学奖金,成为世界上第一个获得诺贝尔奖的生理学家,是第一位享受这个荣誉的俄国科学家。

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。为了探讨生命活动规律的过程、规律及原理,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。

1. 整体水平

以人或动物整体作为研究对象,探讨整体功能活动规律的过程、整体内各种功能活动的相互关系,以及环境、社会因素对人体功能活动的影响。这些都属于整体水平的研究范畴。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。

2. 器官、系统水平

了解一个器官或一个功能系统的活动规律和原理,以及它们在整体活动中的地位与作用,主要是研究器官和系统的活动规律。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。

3. 细胞、分子水平

细胞是组成人体最基本的结构与功能单位。人体的各种功能活动最终都体现在细胞内进行的物理变化与化学反应,如腺细胞的分泌、神经细胞的生物电活动、肌细胞的收缩等。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。生理学研究领域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,如肌细胞的收缩是由特殊蛋白质分子排列方式的改变而形成的;心肌细胞的电生理学特性决定了它们的生理学特性及心动周期的活动等。

三个水平的研究是人为地将研究内容加以区分。整体功能活动绝不是各组成部分功能活动的机械、简单的总和,而是在整体条件下协调统一的结果。同样,细胞、器官的功能活动也不是各自独立地进行,而是相互联系、补充、协调统一的。所以,对于每一项研究成果都必须进行综合而客观的评价,才能得出符合客观实际的结论。

· 医学专业基础课程概况 ·

迄今为止,大量的生理学内容主要集中于器官系统水平的研究。细胞和分子水平的研究,如遗传分子、生物大分子的结构、代谢和功能及亚细胞结构和功能的研究,是近现代迅猛发展起来的领域,主要由另外三门课程生物化学、分子生物学和细胞生物学承担。

以上几门课程都是研究正常人体功能和机制的科学。医学教育的最终目标是研究人体异常生命活动的规律,所以在此基础上又派生了病理学和病理生理学等基础课程。

上述的医学基础课程从不同的层次进行了任务分工,目的是方便学习。各门课程之间的内容有所交叉和渗透。如在生理学课程中就穿插有关于细胞膜的物质转运的机制、神经和肌内细胞膜的电位变化、各种肌肉的超微结构和功能及其与兴奋-收缩耦联的关系等组织学和细胞分子学等相关内容,目的是为了更好地阐明生命活动的机制。