

普通高等教育“九五”国家教委重点教材

人体及动物生理学

(第二版)

王 玢 左明雪 主编

高等教育出版社

内容提要

本教材第一版于1992年获国家教委颁发的优秀教材二等奖。修订版教材共分十三章,内容包括绪论,神经肌肉组织的一般生理,中枢神经系统,感觉器官,血液,血液循环,呼吸,消化,能量代谢和体温调节,排泄,内分泌,生殖,生长和发育,以及人体正常生理数值。教材除保留原教材体系外,在内容上做了较大幅度的更新和调整:如对感觉器官、血液、血液循环、呼吸、内分泌和生殖各章重新编写;增加细胞生理学的新内容;结合师范性特点和青少年学生的实际,在有关章节编入青少年生理特征与生长发育,以及卫生保健方面的理论和知识;补充了大量的插图,以加强直观性等。修订后的教材更加体现了科学性、先进性和系统性,并在内容上有不同深度层次,以适应全国大多数师范院校教学需要。

图书在版编目(CIP)数据

人体及动物生理学 / 王玢,左明雪主编. —2版. —北京:
高等教育出版社, 2001(2002重印)
ISBN 7-04-009428-2

I. 人… II. ①王… ②左… III. ①人体生理学②动物学:生理学 IV. Q4

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第031195号

责任编辑 朱秀丽 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱静
版式设计 马静如 责任校对 胡晓琪 责任印制 韩刚

人体及动物生理学 第二版
王玢 左明雪 主编

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街55号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本	787×1092 1/16	版 次	1986年3月第1版
印 张	32		2001年7月第2版
字 数	780 000	印 次	2002年9月第3次印刷
		定 价	26.70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

第二版修订人员及分工

主 编 王 玢 左明雪

编写人及编写内容

北京师范大学

王 玢 (前言、绪论、中枢神经系统第一和第四节)

魏开元 (生长和发育)

张启元 (消化)

左明雪 (血液、血液循环、生殖、生长和发育)

彭卫民 (血液循环、生殖)

华东师范大学

周绍慈、曹晓华 (中枢神经系统第二和第三节、人体
正常生理数值表)

陈汝艳 (能量代谢及体温调节)

翁恩琪 (神经肌肉组织的一般生理、感觉器官第一和
第四节)

刘 赟 (神经肌肉组织的一般生理)

杨 莉 (感觉器官第二和第三节)

封茂滋 (内分泌)

东北师范大学

蓝书成 (肾的排泄功能)

李东风 (呼吸、肾的排泄功能)

第一版序言

长期以来，高等师范院校生物学系所开生理学课程大多借用高等医药院校教材。由于培养目标及前、后期课程不同，深感不适师范院校使用。自北京大学赵以炳教授主编的《基础生理学》出版以来，被多数师范院校选为主要教材，基本上解决了缺少教材的问题，但还不能完全适应教育部1980年审定出版的“高等师范院校生物专业人体及动物生理学教学大纲”规定的内容和要求。因此，1980年在武汉召开的高等学校理科生物学教材编审委员会扩大会议上，决定编写师范院校生物学系用的《人体及动物生理学》教材。由北京师范大学（主编单位）、华东师范大学和东北师范大学三校承担编写任务。

本教材的基本内容是讲述机体各器官、系统的功能，侧重人体及哺乳动物生理学。在部分章节还简要地涉及一些比较生理学内容。此外，结合师范院校学生毕业后从事中学教师工作的实际，除编有“人体的生长和发育”一章外，并在有关章节编入青少年的生理特征及生长发育方面的基本知识。

1984年8月22~26日在北京召开本书审稿会议，参加的单位有山东师范大学、湖南师范大学、华南师范大学、西南师范学院、华中师范学院、福建师范大学、上海师范大学、南京师范大学、北京师范学院、包头师范专科学校、华东师范大学、东北师范大学及北京师范大学等校。与会代表认真地审阅初稿，对初稿内容及章节编排提出了许多宝贵的意见。认为本书基本上是按教学大纲内容与要求编写的，可作为高等师范院校生物专业的试用教材。

参加编写的同志有华东师范大学陈汝艳副教授、周绍慈副教授、翁恩琪讲师。东北师范大学蓝书成副教授、叶家明讲师；北京师范大学王玢教授、魏开元副教授、张启元副教授。此外，又外请张继耀副教授编写内分泌一章。

审稿会后，参加编写的同志又按照审稿会上提出的意见进行了修改，最后由主编单位王玢教授统稿。

本书的结语一章承蒙刘曾复教授审阅，并提出宝贵修改意见，特此表示衷心感谢。本书部分插图由东北师范大学绘图室于振洲等同志绘制，深表谢意。

由于水平所限，本书一定会有缺点和错误，恳切希望读者在使用过程中多提意见，以便今后作进一步修改。

主编 王玢

一九八五年五月于北京

第二版前言

由北京师范大学、华东师范大学及东北师范大学三校生理学教师编写的《人体及动物生理学》教材，自1986年问世以来，被许多高等师范院校所采用，至今已重印17次，累计共发行11万余册。为培养高等师范院校生物学系和中学教师队伍贡献了绵薄之力，因而于1992年荣获国家教委颁发的普通高等学校优秀教材二等奖。这是国内第一本为高等师范院校生理学教学编写的教材，经十余年的实践，使用单位认为本教材基本上能满足教学大纲的要求，是一本较适用的教材。由于生理科学是生命科学的基础之一，涉及面广，发展很快，近十余年来，生理学各分支学科有了很大进展，特别是在细胞水平和分子水平方面尤为迅速，因此，教材必须进行较大程度的修订。此外，考虑到本教材为高等师范院校基础课教材，必须重视生理学的基础理论与基本知识，同时要考虑到课程的学时有限，篇幅不能太多，所以此次修订只能适当增加某些重要的新进展。

本次修订的教材为教育部确立的“九五”期间重点建设教材。

为了更好地完成本教材的修订任务，在国家教委生物学教学指导委员会的领导下，在高等教育出版社的大力支持下，于1997年5月11~12日在北京师范大学召开了《人体及动物生理学》教材研讨会。原教材的编写单位北京师范大学、华东师范大学及东北师范大学的编写者、部分生理学教师出席了会议，并邀请陕西师范大学、华中师范大学、辽宁师范大学及首都师范大学的生理学教师参加了会议。在会上对本教材过去的使用情况及存在的问题进行了热烈讨论，并提出了具体的修订意见。

关于师范院校《人体及动物生理学》教材的特点，代表们一致认为：①原教材定位在器官生理学水平，侧重人体及哺乳动物生理学，在部分章节中简要地涉及一些比较生理学的内容是适当的，但修订本要增加一些细胞生理学的新进展；②结合师范院校学生毕业后从事中学教师工作、面对青少年学生的实际，在原教材中除编有“人体的生长发育”一章外，并在有关章节编入青少年的生理特征及生长发育方面的基本知识，是本教材一大特色。但在修订本中还要在有关章节中增加一些青少年卫生保健方面的理论和知识。

此外，与会代表一致认为修订本在保持原教材的编写体系基本不变的原则下，在内容上需进行较大幅度的更新和调整。教材修订后应更加体现科学性、先进性和系统性。教材基本内容应有不同深度层次、要面向全国大多数师范院校。最后与会代表对各个章节如何修订的主要内容，提出建议。

在讨论教材使用及修订意见的过程中，也涉及到某些有关本课程教学的问题。关于本门课程的教学学时数，建议一般平均控制在140~150学时（包括实验课），理论课与实验课的比例为1:1。

会后，根据“教材研讨会”的修订意见，编写者对各章节均作了必要的修改、充实和更新，其中感觉器官、血液、血液循环、呼吸、内分泌和生殖等6章为重新编写。

同时在第二版教材附录中增加了人体正常生理数值表，便于读者查阅，这应感谢华东师范

大学周绍慈教授及曹晓华讲师的辛勤劳动。

参加本教材修订编写的教师有：华东师范大学周绍慈教授、陈汝艳教授、翁恩琪教授、封茂滋副教授、杨莉副教授、刘赧讲师和曹晓华讲师；东北师范大学蓝书成教授、李东风教授；北京师范大学王玢教授、魏开元教授、张启元教授、左明雪教授及彭卫民讲师。最后由主编单位北京师范大学王玢教授、左明雪教授统稿。

由于我们水平所限，本教材第二版难免还存在某些缺点和不足，恳切希望读者在使用过程中提出批评和改进的建议，以便今后再作进一步修改。

王 玢

2001年1月于北京

目 录

第一章 绪论	1	第二节 细胞的跨膜物质转运和信号传递功能	17
一、人体及动物生理学研究对象、任务和方法	1	一、细胞膜的分子结构模式：以脂质双分子层为基架镶嵌着各种蛋白质分子	17
(一) 人体及动物生理学研究对象和任务	1	二、细胞通过跨膜物质转运实现与周围环境的物质和能量的交换	19
(二) 人体及动物生理学研究方法	1	(一) 单纯扩散遵循单纯的物理学规律	19
二、生理学的门类及与其他学科的关系	2	(二) 易化扩散须由载体或通道介导	19
(一) 生理学的门类	2	(三) 主动转运以细胞本身耗能实现逆浓度梯度转运为特征	20
(二) 生理学与其他学科的关系	2	(四) 大分子物质团块经由入胞和出胞机制转运	21
三、生理学的产生和发展	3	三、大多数化学性调节因子藉助跨膜信号传递功能引起靶细胞的功能变化	21
(一) 古代和中世纪的生理学知识	3	(一) 由本身带有离子通道的受体蛋白质完成跨膜信号传递	21
(二) 近代生理学的发展	4	(二) 与G蛋白偶联的受体及其介导的跨膜信号传递	22
(三) 中国现代生理学的产生和发展	5	(三) 原癌基因可作为第三信使参与跨膜信号传递	24
四、生命现象的基本生理特征及生理机能的调节	7	第三节 神经冲动的产生和传导	24
(一) 生命现象的基本生理特征	7	一、静息电位和动作电位均以膜两侧离子的不均匀分布为基础	24
(二) 生理机能的调节	8	(一) 静息电位主要是由于 K^+ 通过 K^+ 通道扩散形成的	24
(三) 稳态	9	(二) 动作电位主要是由 Na^+ 、 K^+ 通道介导跨膜信号传递而形成的	25
第二章 神经肌肉组织的一般生理	11	(三) 通道电流可应用电压钳技术和膜片钳技术进行观察	27
第一节 神经和肌肉的兴奋和兴奋性	11	二、神经冲动的产生和传导是一系列复杂的电反应过程	27
一、神经和肌肉属于可兴奋组织	11	(一) 阈下外向电流引起电紧张性局部反应	27
(一) 活组织可对刺激作出反应	11		
(二) 神经和肌肉的反应表现为兴奋	11		
(三) 兴奋的引起取决于组织本身的机能状态和刺激的特征	12		
(四) 可兴奋组织的兴奋性	13		
二、神经和肌肉细胞具有跨膜电位	14		
(一) 生物电现象的研究	14		
(二) 损伤电位是跨膜电位的表现	14		
(三) 静息电位是膜在静息状态下的跨膜电位	14		
(四) 可兴奋细胞兴奋时跨膜电位表现为动作电位	15		
三、锋电位是兴奋过程的必然表现	16		

(二) 局部反应随刺激强度增强而达到阈 电位水平时即爆发冲动	29	(二) 肌肉收缩具有空间和时间总和的 特性	48
(三) 冲动一旦产生即能向远处作非递减 性传导	29	(三) 肌肉收缩的机械功取决于负荷量和 收缩速率	49
三、神经干复合动作电位是神经干内 许多神经纤维电活动成分的总和	31	第三 中枢神经系统	51
(一) 神经干包含各类显示不同动作电位 的神经纤维	31	第一节 总论	51
(二) 神经纤维可根据其电生理特性或纤 维直径进行分类	32	一、概述	51
(三) 神经干复合动作电位可因记录方法 不同而显示单相或双相两种形式	32	(一) 神经系统的意义	51
第四节 兴奋由神经向肌肉的传递	35	(二) 中枢神经系统的分部及整合作用	52
一、神经肌肉接头的结构和机能特征 表明它属于化学性突触	35	二、神经元活动的一般规律	53
二、神经肌肉传递是电信号 - 化学信 号 - 电信号的复杂转换过程	37	(一) 神经元	53
(一) 终板电位是介于神经冲动和肌锋电 位的中间过程	37	(二) 突触	55
(二) 终板电位是由乙酰胆碱作用于终板 膜而产生的	38	(三) 中枢递质	57
(三) 微终板电位的发现导致“量子释放” 理论的提出	41	(四) 神经胶质的机能	60
第五节 肌肉的收缩	42	三、反射活动	63
一、骨骼肌纤维肌原纤维和肌管系统 构成	42	(一) 反射	63
(一) 肌原纤维由高度有序排列的粗肌丝 和细肌丝构成	43	(二) 反射弧	63
(二) 肌原纤维为膜状微管结构所环绕	44	(三) 反射的分类	64
二、肌肉收缩是 Ca^{2+} 触发肌丝滑行的 结果	44	(四) 中枢神经元的联系方式	64
(一) Ca^{2+} 是骨骼肌兴奋 - 收缩的偶联因 子	44	(五) 反射活动的基本特征	65
(二) 两种肌微丝所含蛋白质的不同分子 特性是肌丝滑行的分子基础	45	(六) 反射活动的协调	68
(三) 肌丝滑行导致肌小节缩短	46	第二节 中枢神经系统对运动机能的 控制和调节	69
三、多种影响因素导致肌肉收缩的 不同外在表现	47	一、中枢神经系统对躯体运动的调节	69
(一) 肌肉收缩的基本形式: 等张收缩和 等长收缩	48	(一) 脊髓对躯体运动的调节	69
		(二) 脑干对躯体运动的调节	76
		(三) 姿势反射	79
		(四) 大脑皮层对躯体运动的调节	80
		(五) 基底神经节的机能	83
		(六) 小脑对躯体运动的调节	84
		二、中枢神经系统对内脏活动的调节	86
		(一) 自主神经系统概述	86
		(二) 自主神经系统的兴奋传递	91
		(三) 中枢神经系统对内脏机能的调节	93
		第三节 中枢神经系统的感觉机能	99
		一、概述	99
		(一) 感觉的生物学意义与感觉的分类	99
		(二) 感受器的一般生理特征	100
		二、感觉的传入途径	105
		(一) 外周的感觉神经	105

(二) 脊髓的感觉传入通路	105	一、眼是由多个折光界面和折光介	
(三) 头面部感觉的传导途径	107	质组成的折光系统	140
(四) 特异性投射系统及非特异性投射		(一) 眼的折射系统可用简约眼模型	
系统	107	表述	141
(五) 丘脑的感觉机能	108	(二) 折光系统的折射率可因晶状体和	
三、大脑皮层的感觉分析功能	109	瞳孔的调节而改变	141
(一) 大脑皮层的结构特点	109	二、人和大多数脊椎动物的视网膜	
(二) 大脑皮层的感觉代表区	110	存在两种感光换能系统	143
四、躯体和内脏感觉	112	(一) 所有脊椎动物的视网膜均具有相	
(一) 躯体感觉	112	同的组构模式	143
(二) 内脏感觉	115	(二) 视杆细胞和视锥细胞分别构成不	
第四节 中枢神经系统的高级机能	116	同的感光系统	144
一、概述	116	三、感光换能机制的第一步: 视色	
(一) 中枢神经系统高级机能的范畴	116	素的光化学变化	147
(二) 中枢神经系统高级机能的研究		四、视网膜的信息处理: 由感受器	
方法	116	电位到编码的神经冲动	149
二、大脑皮层的生物电活动	117	(一) 脊椎动物的光感受器电位显示为	
(一) 脑电图与皮层脑电图	117	分级的超极化电位	149
(二) 正常脑电图的基本波形	117	(二) cGMP 是光感受器光电换能的信使 ..	150
(三) 脑电波形成的原理	119	(三) 视网膜对图像信息进行了初步	
(四) 皮层诱发电位	120	处理	150
三、条件反射学说	121	五、视网膜电图是视网膜各类细胞	
(一) 条件反射与非条件反射	121	对光照的总和电反应	154
(二) 条件反射的建立	121	六、视觉的中枢机制	155
(三) 暂时联系的接通	122	第二节 听觉器官	157
(四) 条件反射的抑制	122	一、声音刺激、听力和听阈	157
(五) 动物的神经型与神经症	123	二、声音的传递	159
(六) 人类高级神经活动的特征	124	三、耳蜗对声音的感受和分析	160
四、觉醒与睡眠	126	(一) 耳蜗的结构特点	160
(一) 觉醒状态的维持	126	(二) 耳蜗对频率分析的机制	161
(二) 睡眠及其发生原理	127	(三) 基底膜的振动和毛细胞的作用	162
五、学习与记忆	128	(四) 耳蜗的生物电现象——微音器电位	
(一) 研究学习与记忆的意义	128	与耳蜗神经动作电位	162
(二) 学习与记忆的定义	128	四、听觉中枢生理	164
(三) 学习的类型	129	(一) 听觉上行传导路	164
(四) 记忆的类型及特征	134	(二) 听觉的传出控制	164
(五) 长期记忆形成的过程	134	(三) 听觉中枢细胞的音频区域定位	165
(六) 记忆障碍	135	(四) 听觉中枢细胞功能活动	165
(七) 学习和记忆的原理	135	第三节 前庭器官	165
第四 感觉器官	140	一、前庭器官的位置和结构	165
第一节 视觉器官	140		

二、前庭器官的适宜刺激和它的作用	166	(一) 血小板参与了全部血凝过程	184
三、眼震颤及其他有关反射	168	(二) 血小板释放的凝血物质及其功能	184
第四节 嗅觉与味觉器官	168	二、血液凝固与纤维蛋白的溶解	185
一、嗅觉	169	(一) 血凝的基本过程及其原理	185
二、味觉	170	(二) 抗凝系统	186
第五 血液	172	三、纤维蛋白溶解	188
第一节 概述	172	第五节 免疫系统	189
一、体液和内环境	172	一、免疫防御机能	189
二、血量	173	(一) 非特异性免疫	189
三、血液的主要生理机能	173	(二) 特异性免疫	190
(一) 运输机能	173	二、B细胞的功能	191
(二) 防御机能	174	(一) 抗体	191
(三) 止血机能	174	(二) 补体系统	192
(四) 维持稳态	174	三、主动免疫和被动免疫	193
第二节 血液的组成及理化特性	174	(一) 主动免疫	193
一、血液的组成	174	(二) 克隆选择理论	193
二、血液的物理特性	175	(三) 被动免疫	194
(一) 颜色	175	四、T细胞的功能	194
(二) 密度	175	(一) T细胞的分类和功能	194
(三) 粘滞性	175	(二) 主要组织相容性复合物	195
(四) 红细胞沉降率	175	(三) 抗原的递呈和识别	195
三、血浆	175	第六节 血型与输血原则	197
(一) 血浆的化学成分	175	一、人类的血型	197
(二) 血浆渗透压	176	二、ABO血型	198
(三) 血浆的酸碱平衡	176	三、Rh血型	198
第三节 血细胞生理	177	四、白细胞血型	199
一、红细胞	177	五、输血的意义及输血原则	200
(一) 红细胞的形态、数量和机能	177	第六章 血液循环	201
(二) 红细胞脆性和溶血	178	第一节 心脏生理	201
(三) 红细胞的生成与破坏	178	一、心肌的电活动	202
二、白细胞生理	180	(一) 心肌电活动的离子基础	202
(一) 白细胞的形态、数量和分类	180	(二) 心肌的生理特性	204
(二) 白细胞功能	181	(三) 心电图	208
(三) 白细胞的破坏与生成的调节	183	二、心动周期	210
三、血小板	183	(一) 心动周期和心率	210
(一) 血小板的形态、数量和机能	183	(二) 心脏泵血的过程	210
(二) 血小板的生成调节	183	(三) 心动周期与心电图和心音的关系	211
第四节 血液凝固	184	三、心输出量及其影响因素	212
一、血小板的止血功能	184	(一) 心输出量	212
		(二) 搏出量的调节	212

第二节 血管生理	214	一、冠脉循环	242
一、各类血管的功能	214	(一) 冠状动脉血流特点	242
(一) 动脉	215	(二) 冠脉血流量的调节	243
(二) 毛细血管	215	二、脑循环	244
(三) 静脉	215	(一) 脑血液循环特点	244
二、血流动力学和血压	216	(二) 脑血流量的调节	244
(一) 泊肃叶定律	216	(三) 脑脊液的生成和吸收	245
(二) 血压	216	(四) 血-脑屏障和血-脑脊液屏障	245
三、动脉血压	217	第七章 呼吸	248
(一) 动脉血压的形成	217	第一节 呼吸道与肺泡	248
(二) 收缩压和舒张压	217	一、呼吸道的功能	248
(三) 影响动脉血压的因素	218	二、肺泡	249
(四) 动脉脉搏	220	(一) 肺泡的结构和功能	249
四、静脉血压和静脉回心血量	221	(二) 肺泡表面活性物质	250
(一) 静脉血压	221	第二节 呼吸运动与肺通气	251
(二) 静脉血流	221	一、呼吸运动	251
(三) 影响静脉压和静脉回心血量的		二、肺内压与胸内压的变化	252
因素	221	(一) 肺内压	252
五、微循环与组织液的生成	222	(二) 胸内压和肺的弹性回位	252
(一) 微血管系统	223	三、肺容量与肺通气量	254
(二) 血液和组织间的物质交换	224	(一) 肺容量	254
(三) 组织液的生成及其影响因素	225	(二) 肺通气量	255
六、淋巴循环	228	四、肺通气的阻力	256
(一) 淋巴液的生成	228	(一) 弹性阻力	256
(二) 淋巴液的回流及其生理意义	228	(二) 非弹性阻力	257
第三节 心血管系统的调节	229	(三) 呼吸功	257
一、神经调节	229	五、人工呼吸	257
(一) 心脏和血管的神经支配	229	(一) 口对口的人工呼吸法	258
(二) 心血管中枢	233	(二) 压背举臂操作法	258
(三) 心血管系统的反射调节	234	第三节 呼吸气体的交换	258
二、体液调节	238	一、呼吸气体的分压和溶解度	258
(一) 肾素-血管紧张素-醛固酮系统	238	二、气体在肺和组织的交换	259
(二) 肾上腺素和去甲肾上腺素	239	三、肺泡通气与血流量的相互关系	261
(三) 血管升压素	239	四、肺换气的扩散容量	261
(四) 血管活性物质	239	第四节 气体在血液中的运输	262
三、局部血流调节	240	一、氧的运输	263
(一) 代谢性自身调节机制	240	(一) 氧的化学结合	263
(二) 肌源性自身调节	241	(二) 氧离曲线及其影响因素	263
四、动脉血压的长期调节	241	二、二氧化碳的运输	265
第四节 器官循环	241	(一) 二氧化碳的化学结合	265

(二) 二氧化碳解离曲线	266	二、咀嚼	285
(三) 血液二氧化碳运输与酸碱平衡	267	三、吞咽	286
第五节 呼吸的调节	268	第三节 胃内消化	286
一、各级呼吸中枢及其相互关系	268	一、胃的机能分区	287
(一) 脑干各级呼吸中枢	268	二、胃的运动	287
(二) 大脑皮层对呼吸运动的调节	271	(一) 容受性舒张	287
二、呼吸的反射性调节	272	(二) 紧张性收缩	288
(一) 肺牵张反射	272	(三) 蠕动	288
(二) 呼吸肌本体感受性反射	272	三、胃运动的调节	288
(三) 防御性呼吸反射	272	(一) 神经性调节	288
三、化学因素对呼吸运动的调节	273	(二) 体液性调节	288
(一) 化学感受器	273	(三) 胃的排空及其调节	288
(二) 二氧化碳对呼吸的影响	273	(四) 呕吐反射	290
(三) 缺氧对呼吸的影响	274	四、胃液的分泌及其调节	290
(四) 氢离子对呼吸的影响	274	(一) 胃液的分泌	290
(五) 缺氧、二氧化碳和氢离子影响呼吸 的相互关系	275	(二) 胃酸的形成	291
第六节 肺的非呼吸功能	275	(三) 胃液分泌的调节	292
一、肺和肺循环的防御功能	275	五、胃黏膜屏障	294
二、肺的代谢功能	275	第四节 小肠内消化	295
第八章 消化	277	一、小肠的运动	295
第一节 总论	277	(一) 分节运动	295
一、消化的意义	277	(二) 蠕动	295
二、消化管平滑肌的生理特性	277	(三) 摆动	296
(一) 消化管平滑肌细胞的电生理特性	277	二、小肠运动的调节	296
(二) 消化管平滑肌收缩与骨骼肌收缩的 区别	278	(一) 神经调节	296
(三) 消化管平滑肌的功能合胞体特征	278	(二) 体液调节	296
三、消化管的运动	278	三、胰液的成分与作用	296
四、消化腺的分泌	279	(一) 水与电解质	297
五、消化与吸收活动的调节	280	(二) 碳酸氢盐	297
(一) 神经调节	280	(三) 胰淀粉酶	297
(二) 体液调节	281	(四) 胰脂肪酶	297
六、消化系统的免疫功能	282	(五) 胰蛋白酶与糜蛋白酶	297
第二节 口腔内消化	283	四、胰液分泌的调节	298
一、唾液腺及唾液	283	(一) 促进胰液分泌的调节	298
(一) 唾液腺的进化	283	(二) 抑制胰液分泌的调节	299
(二) 唾液的组成与特性	283	五、小肠的分泌与调节	299
(三) 唾液的作用	283	六、肝的功能	300
(四) 唾液分泌的调节	284	(一) 消化与吸收功能	300
		(二) 代谢功能	300
		(三) 清除功能	301

(四) 解毒和排泄功能	301	(三) 以体表面积为标准衡量能量代谢率	318
七、胆汁的分泌与排出	301	三、能量代谢受多个因素影响	319
(一) 胆汁的性质、成分与作用	301	(一) 食物有特殊生热作用	319
(二) 胆汁分泌的调节	302	(二) 肌肉活动能明显地影响能量代谢	320
(三) 胆囊的排空	302	(三) 环境温度对能量代谢有一定的影响	320
第五节 大肠内消化	302	(四) 精神因素不可忽视	320
一、大肠的运动	302	四、排除影响因素, 确定基础代谢	320
(一) 袋状往返运动	303	第二节 体温调节	321
(二) 集团运动	303	一、人体体温相对稳定, 但也正常地变动	321
(三) 排粪	303	二、体温的维持有赖于产热和散热的平衡	322
二、大肠的分泌与功能	303	(一) 在神经系统和内分泌腺影响下产热得到控制	322
第六节 吸收	304	(二) 散热有物理过程, 也有生理过程	323
一、吸收的部位	304	三、体温受反馈调节控制	326
二、吸收的机制	306	(一) 温度感受器分布广泛	326
(一) 被动转运	306	(二) 信息在体温调节中枢整合	327
(二) 主动转运	306	四、体温调节受障碍可致体温过高或体温过低	328
(三) 交换扩散	306	(一) 发热是体温过高的一种形式	328
三、各种主要物质的吸收	306	(二) 人体体温低于 36℃ 称体温过低或低体温	329
(一) 水、电解质和维生素的吸收	306	第十章 排泄	331
(二) 糖的吸收	308	第一节 肾的结构与基本功能	331
(三) 蛋白质的吸收	309	一、脊椎动物肾结构的特点	331
(四) 脂肪的吸收	309	(一) 肾单位和集合管	332
第七节 摄食的调节	309	(二) 皮质肾单位与髓旁肾单位	333
一、摄食的意义与进化	309	(三) 近球小体	334
二、饥饿、饱感、食欲的概念	310	二、肾血液循环的特点	334
三、食欲中枢(摄食中枢与饱中枢)	310	三、肾的神经支配	336
四、摄食的调节	312	第二节 尿的生成	336
(一) 营养、代谢对摄食的调节	312	一、尿的性质与成分	336
(二) 激素对摄食的调节	312	(一) 尿量	336
(三) 进食活动对摄食的调节	312	(二) 尿的正常化学成分	336
(四) 神经递质对摄食的影响	312	(三) 尿的理化特性	336
九 能 代谢和体温调节	314	二、肾小球的滤过作用	337
第一节 能量代谢	314	(一) 滤液的形成	337
一、能量在体内释放、贮存和利用	314		
(一) 三种营养物质代谢放能	314		
(二) 腺苷三磷酸与能量代谢密切相关	315		
二、能量代谢可根据释放的热量来测定	316		
(一) 用大型呼吸热量计直接测热	316		
(二) 利用耗氧量间接换算代谢热量	317		

(二) 滤过膜及其通透性	338	二、膀胱贮尿与生理性容量	364
(三) 肾小球滤过作用的动力	339	三、排尿反射	364
(四) 肾清除率试验	340	四、高级中枢对排尿的控制作用	365
(五) 肾血流量的测定	341	第十一章 内分泌	367
(六) 影响滤过率的因素	342	第一节 概述	367
三、肾小管与集合管的重吸收作用	343	一、激素的分类	367
(一) 重吸收的方式	343	(一) 含氮激素	369
(二) 肾小管对几种物质的重吸收	344	(二) 类固醇(甾体)激素	369
四、肾对酸碱平衡的调节	347	(三) 固醇类激素	370
(一) H^+ 的分泌与 $H^+ - Na^+$ 交换	348	二、激素的作用特征	370
(二) K^+ 的分泌与 $K^+ - Na^+$ 交换	348	(一) 激素-受体特异性	370
(三) NH_3 的分泌	349	(二) 信号放大系统	370
第三节 尿的浓缩和稀释	349	(三) 反馈调节	370
一、水的重吸收与尿的浓缩或稀释	350	(四) 多样化效应	371
二、尿的浓缩与稀释的机制:逆流		(五) 激素的协同与拮抗	371
系统学说	350	三、激素的生物合成和释放	371
(一) 肾髓质渗透压梯度的形成:逆流倍		(一) 激素的生物合成	371
增作用	351	(二) 激素的释放	374
(二) 直小血管在保持肾髓质高渗中的作		四、激素的作用机制	377
用:逆流交换作用	353	(一) 肽类和胺类激素的作用机制:第二	
(三) 髓袢升支粗段内低渗液体的形成	354	信使学说	377
(四) 稀释尿或浓缩尿的最后形成	355	(二) 类固醇激素的作用机制	379
(五) 影响尿浓缩和稀释的因素	355	第二节 下丘脑的内分泌调节机能	381
第四节 肾泌尿功能的调节	355	一、下丘脑与腺垂体的机能联系	381
一、肾血流量的调节	356	二、下丘脑与神经垂体的关系	382
(一) 肾血流量的自身调节	356	第三节 垂体	383
(二) 肾血流量的神经-体液调节	356	一、腺垂体	383
二、肾小管活动的调节	357	(一) 生长素	383
(一) 抗利尿素的分泌及作用	357	(二) 催乳素	384
(二) 醛固酮的作用	358	二、神经垂体	385
第五节 脊椎动物的肾外渗透调节		(一) 催产素	385
器官	360	(二) 抗利尿激素	385
一、鱼类的鳃为肾外渗透调节器官	360	三、促黑[素细胞]激素	386
二、爬行类和鸟类的盐腺为肾外渗		第四节 甲状腺	386
透调节器官	361	一、甲状腺激素的释放、运输和	
(一) 爬行类的盐腺	361	代谢	386
(二) 鸟类的盐腺	361	(一) 释放	386
(三) 盐腺分泌的调节	361	(二) 运输	386
第六节 排尿活动及其调节	363	(三) 代谢	386
一、膀胱和尿道括约肌的神经支配	363	二、甲状腺激素的生理作用	387

(一) 对代谢的影响	387	(一) 精子的发生	401
(二) 对生长发育的影响	387	(二) 支持细胞的作用	403
(三) 对神经系统的影响	387	(三) 睾酮对生精过程的影响	403
(四) 其他作用	387	二、睾丸的内分泌作用	404
三、甲状腺激素分泌的调节	388	(一) 间质细胞的作用	404
第五节 肾上腺	388	(二) 睾酮的合成调节及生理功能	404
一、肾上腺皮质	388	三、睾丸功能的调节	405
(一) 肾上腺皮质激素的生理作用	389	(一) GnRH 神经元分布在下丘脑的不同	
(二) 肾上腺皮质激素的分泌调节	390	部位	405
二、肾上腺髓质	392	(二) GnRH 对 LH 和 FSH 释放的调节	407
(一) 肾上腺髓质激素的生理作用	392	(三) 间质细胞和支持细胞的相互作用	407
(二) 肾上腺髓质激素的分泌调节	393	四、雄性附性器官的功能	408
第六节 胰岛	393	(一) 精子在附睾中进一步成熟	408
一、胰岛素	393	(二) 精子的储存	408
(一) 胰岛素的生理作用	393	(三) 精液	408
(二) 胰岛素分泌的调节	394	(四) 阴茎的勃起和射精	409
二、胰高血糖素	394	第二节 雌性的生殖机能	409
(一) 胰高血糖素的生理作用	395	一、卵巢的生卵作用	410
(二) 胰高血糖素的分泌调节	395	二、卵巢的内分泌机能	411
三、胰岛的其他激素及其相互关系	395	(一) 雌激素和孕激素的合成及其调节	411
(一) 胰多肽	395	(二) 雌激素的生理作用	412
(二) 生长抑素	395	(三) 孕激素的生理作用	413
(三) 胰岛激素的相互作用	395	三、雌性生殖系统的调节	414
第七节 甲状旁腺激素、维生素 D		(一) 下丘脑-腺垂体-卵巢轴	414
及降钙素	396	(二) 催乳素对雌性生殖机能的作用	415
一、甲状旁腺激素和维生素 D	396	(三) 催产素对雌性生殖机能的作用	415
(一) 甲状旁腺激素的生理作用	396	(四) 生殖周期	416
(二) 甲状旁腺激素的分泌调节	396	第三节 受精、妊娠与授乳	419
二、降钙素	396	一、受精和着床	419
(一) 降钙素的生理作用	397	(一) 精子和卵子向输卵管的转运	419
(二) 降钙素的分泌调节	397	(二) 受精过程中的细胞内事件	421
第八节 其他内分泌腺和激素	397	(三) 着床	421
一、松果体	397	二、妊娠	422
二、生长因子	398	(一) 妊娠的维持	422
三、胸腺	398	(二) 性类固醇激素与胎盘单位	423
四、前列腺素	398	三、分娩	424
五、神经甾体	398	四、授乳	425
第十二 生殖	400	五、生殖控制	426
第一节 雄性的生殖机能	400	(一) 避孕	426
一、睾丸的生精作用	401	(二) 不孕症	427

第十三 生长和发育	429	三、青春期的启动依赖于下丘脑 GnRH 波动发生器的成熟	446
第一节 概述	429	四、影响青春期生长发育的各种因 素和近百年来各国儿童、少年 生长发育的趋势	448
一、生长发育的意义	429	第四节 衰老	451
二、研究人体生长发育的意义	429	一、衰老的定义	451
第二节 人体生长发育的一般规律	430	二、衰老的生理学特征	451
一、身体的总发育	431	三、衰老的各种学说	453
二、生殖系统的发育	431	附录 1 人体正常生理数值	455
三、神经系统的发育	431	附录 2 英汉名词索引	467
四、淋巴系统的发育	431		
第三节 青春期生长发育的特点	432		
一、青春期的生长突增	432		
二、青春期内性器官和性征的发育	440		

第一章 绪 论

一、人体及动物生理学的对象、任务和方法

(一) 人体及动物生理学的对象和任务

生理学(physiology)是研究生命有机体各种机能(功能, function)的科学。人体及动物生理学的研究对象为人体及高等动物机体的各种机能。机体的机能就是机体及其各个组成部分所表现的各种生命活动现象或生理活动,例如循环、呼吸、消化和肌肉运动等。

一般来讲,人体及动物生理学包括三个不同水平的研究工作:

1. 器官、系统水平的研究 自威廉·哈维(William Harvey, 1578—1657)在17世纪发现血液循环,创立了器官生理学后,才使生理学真正成为一门独立的实验性科学。器官生理学研究各器官及系统的机能。只有了解各器官、系统的特殊机能后,才能深入阐明整个机体的机能,因为整体生命活动是建立在体内各器官、各系统机能活动协调配合的基础之上的。

2. 整体水平的研究 主要研究完整机体对环境变化的反应和适应,以及整体活动中各机能系统活动的调节机制(机理, mechanism, 即指活动方式或发生过程或原理)。

3. 细胞、分子水平的研究 每一器官的机能特点都与组成该器官的细胞生理特性分不开的,而细胞生理特性决定于构成细胞的各个物质的物理、化学特性。这个水平研究的对象是细胞和它所含的物质分子的活动规律。这方面的研究内容可称为普通生理学或细胞生理学。

人体及动物生理学的任务就是通过研究生理机能发生的原理、条件,以及机体内外环境变化对这些生理机能的影响,从而认识机体及其各部分机能活动的规律,更好地应用这部分知识为预防疾病,增强人民体质和提高健康水平服务,为生产实践和医学实践服务。

(二) 人体及动物生理学的方法

生理学是一门实验性科学,它对有机体的生命活动现象,不只限于观察和描述,而要运用实验的方法,了解其活动的机制。有些生理实验,在不损害人体健康的前提下,尽可能地在人体上进行,以满足人体生理学的需要,但大多数生理实验,对人体健康有害,无法在人体上进行,而必须在动物体上进行。因人体各器官、系统的结构与功能基本上和高等哺乳动物同类器官、系统的结构与功能相似,所以用动物实验方法所获得的生理知识,可以间接丰富人体生理学的内容。当然,将动物生理学的知识应用到人体时,必须考虑到人体的特点,必须在人体上做验证的工作,不能机械地搬用。

生理学的实验方法虽然多种多样,但归纳起来可分为急性实验和慢性实验两类。

1. 急性实验 由于研究目的不同,又可分为两类:

(1) 离体组织、器官实验 把要研究的某一组织或器官从活体或刚死去的动物体上分离出来,置于一个能使它的生理机能保持一定时间的人工环境中,作为实验研究的对象。