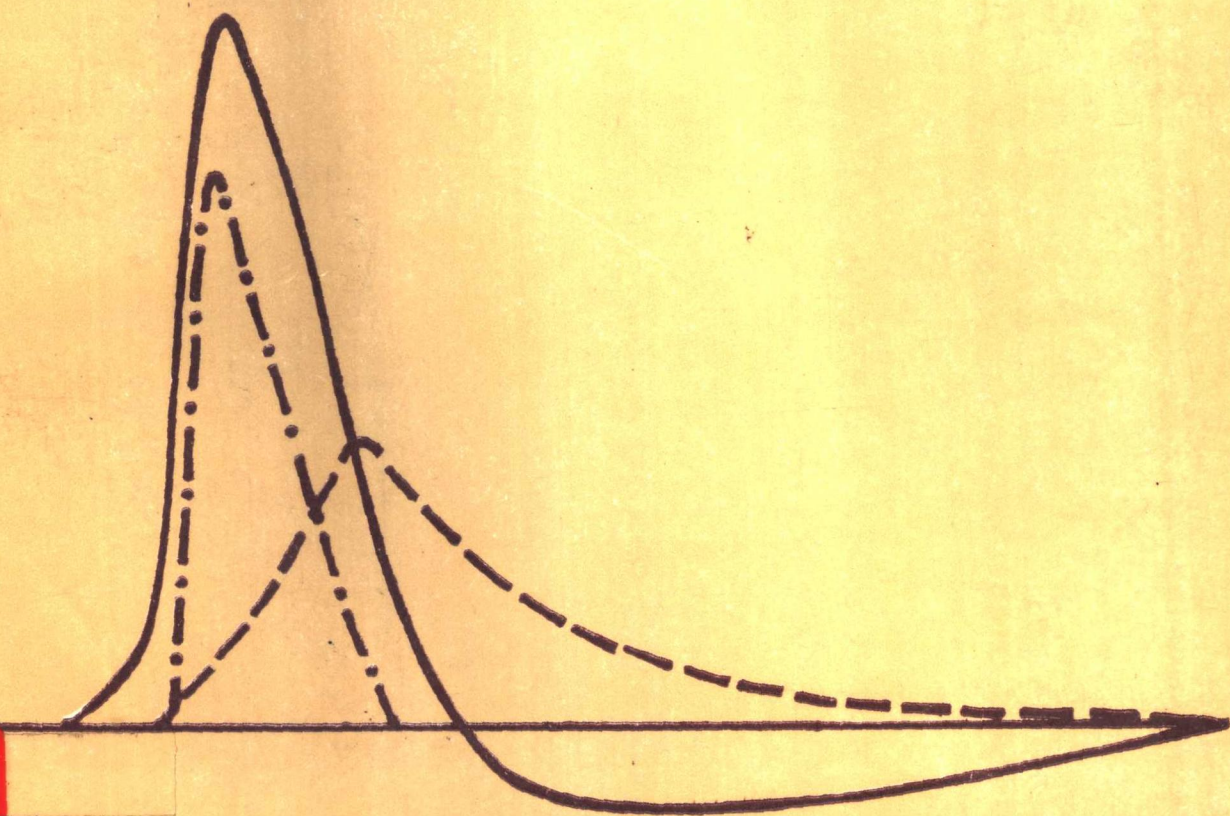


高等医药院校卫生部推荐教材

生理学大纲

第六次修订

吴襄 林坤伟 主编



高等教育出版社

高等医药院校卫生部推荐教材

生 理 学 大 纲

第六次修订

主编 吴 襄 林坤伟

编者(依修订章次排列)

吴 襄 大连医学院生理学教授

林坤伟 大连医学院生理学教授

孙秀泓 ~~明南医科大学~~生理学教授

黄 龙 ~~大连医学院~~生理学教授

林茂樟 ~~大连医学院~~生理学教授

冯镇沅 大连医学院生理学教授

徐承焘 中国协和医科大学生理学教授

朱丽霞 中国中医研究院生理学研究员

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本书是在吴襄编著的《生理学大纲》第五次修订本的基础上,根据临床医学教材评委会和卫生部教材办公室的意见,以及卫生部1990年制定的生理学教学大纲和1991年生理教学研究会拟定的生理学教学大纲(讨论稿)进行修订的。

第六次修订本对原书各章内容作了全面修改、充实和更新,补充了近年来细胞生理学及分子生物学方面的新成就新进展。保留了原书文笔流畅、深入浅出、条理清楚、有利于自学与理解等特点。

全书思想性、科学性、实用性、启发性等方面基本符合教学要求,经卫生部教材办公室认定,可作为高等医药院校教材,供基础、预防、临床、口腔医学各专业使用,也可供其它院校生物系生理课教学使用。

高等医药院校卫生部推荐教材

生 理 学 大 纲

(第六次修订)

吴 襄 林坤伟 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

三河市科教印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 23.75 字数 590 000

1993 年11月第6版 1993 年11月第1次印刷

印数0001—10 187

ISBN7-04-004395-5/Q·213

定价 7.70 元

第六次修订本前言

《生理学大纲》第五次修订本经卫生部“全国高等医学院校临床医学教材评审委员会”于1990年通过为卫生部推荐教材，并指出了本书的优缺点，建议再版时作适当修改。1991年2月由大连医学院、中国协和医科大学、湖南医科大学和中国中医研究院部分生理学教授，共同对本书进行修订。第六次修订本亦已由卫生部教材办公室认定为卫生部推荐教材。

这次修订是根据卫生部评审委员会的意见、卫生部1990年制订的高等医学院校生理学教学大纲，并参照1991年在广州举行的中国生理学教学研讨会拟定的生理学教学大纲(讨论稿)进行修订的，并于1992年6月在大连医学院召开了定稿会议，对修订稿逐章讨论，又提出了一些新的修改意见。

在修订过程中，保持了第五次修订本的优点，注意反映现代细胞学和分子生物学的新成就，各章内容都作了全面的修改、充实和更新，对于各章中一些与其它学科重复或叙述偏多的内容均予简化或删除，有些新进展则以小号字排印作为参考。插图大部分重绘，数目有所减少。书中生理学名词基本上按照全国自然科学名词审定会正式公布的名词，计量单位则遵照法定计量单位。

在此，我们对大连医学院领导和高等教育出版社的支持，表示感谢。对在本书编写和出版过程中给予关怀和帮助的诸友好表示感谢。

限于我们的水平，本书难免还存在某些缺点或错误，尚希同道和读者随时指正。

编 者

1992年国庆节

目 录

第一章 绪论 (吴 襄)

- 一、生理学概观 1
 - (一)生理学的范围 1
 - (二)生理学的方法 2
 - (三)生理学的应用 2
- 二、生命活动的基本特征 3
 - (一)新陈代谢 3
 - (二)兴奋性 3
 - (三)适应性 4
- 三、机体机能的调节和稳态概念 4
 - (一)自身调节 4
 - (二)神经调节 5
 - (三)体液调节及其与神经调节的关系 6
 - (四)反馈作用 6
 - (五)稳态概念 7

第二章 细胞膜和可兴奋细胞 (林坤伟)

第一节 细胞膜及其物质转运功能 8

- 一、细胞膜的分子结构 8
 - (一)脂质双分子层 8
 - (二)细胞膜蛋白质 8
 - (三)细胞膜的糖类 9
- 二、细胞膜的物质转运功能 9
 - (一)单纯扩散 9
 - (二)易化扩散 10
 - (三)主动转运 12
 - (四)胞吞和胞吐 13

第二节 神经的兴奋性和生物

电活动 14

- 一、神经的兴奋性和传导性 14
 - (一)神经细胞的结构 14
 - (二)神经的兴奋性和传导性 14
 - (三)神经在兴奋及其恢复过程中兴奋性的变化 15
- 二、神经的生物电活动及其产生机制 16
 - (一)静息电位和动作电位 16
 - (二)静息电位和动作电位的离子基础 18
- 三、神经兴奋的引起和兴奋传导的机制 21
 - (一)电紧张电位 21

- (二)局部电位及其向锋电位的转化 22

- (三)锋电位的传布及其机制 23

- (四)锋电位的“全或无”方式 24

四、神经纤维的分类 24

第三节 肌肉的兴奋和收缩 25

一、神经-肌肉接头的兴奋传递 25

- (一)神经-肌肉接头的结构特点 25

- (二)神经-肌肉接头的兴奋传递机制 25

- (三)神经-肌肉接头兴奋传递的特点和影

- 响因素 27

二、骨骼肌的收缩原理 28

- (一)肌丝滑行学说 28

- (二)骨骼肌的兴奋-收缩耦联 30

三、骨骼肌收缩的机械变化 32

- (一)前负荷和后负荷 32

- (二)等张收缩和等长收缩 33

- (三)单收缩、复合收缩和强直收缩 33

第三章 血液 (孙秀泓)

第一节 血液的组成和理化特性 36

一、血液的化学成分 37

- (一)水和电解质 37

- (二)蛋白质 37

- (三)气体、非蛋白氮和其它有机物 38

二、血液的理化特性 38

- (一)比重 38

- (二)粘变 38

- (三)血浆渗透压 38

- (四)血浆pH值 39

三、血液总量 39

第二节 红细胞和白细胞 41

一、红细胞 41

- (一)红细胞的数量和功能 41

- (二)红细胞的生理特性 41

- (三)红细胞的生成和破坏 43

二、白细胞 45

- (一)白细胞总数和分类计数 45

- (二)白细胞的功能 45

- (三)粒细胞的生成和破坏 47

第三节 血小板与生理性止血 48

一、血小板 48

(一)血小板的形态和数量 48

(二)血小板的生理特性 49

(三)血小板在生理性止血中的作用 51

二、血液凝固 52

(一)凝血因子 52

(二)凝血过程 53

三、抗凝与纤溶 55

(一)抗凝物质 56

(二)纤维蛋白溶解 56

第四节 血型 57

一、ABO血型 57

(一)ABH血型抗原 58

(二)血型抗体 58

(三)ABO血型和输血 59

(四)血型遗传 59

二、Rh血型 60

三、白细胞和血小板血型 61

第四章 循环(上) (黄龙)

第一节 心脏生理 62

一、心肌的结构特征 62

二、心肌细胞的生物电活动 63

(一)心肌动作电位的去极化过程(0期) 64

(二)心肌动作电位的复极化过程 64

(三)心肌动作电位的形成机制 65

(四)自律细胞的电活动 66

(五)快反应细胞和慢反应细胞 66

三、心肌活动的特征 67

(一)自动节律性 67

(二)传导性和传导速度 67

(三)兴奋性 68

(四)心肌的收缩 70

(五)理化因素对心肌活动的影响 71

四、心动周期及周期中的各种变化 72

(一)心动周期和心搏频率 72

(二)心动周期中心室内压和容积变化及其

相互关系 73

(三)心动周期中心房内压的变化 75

(四)心音 76

(五)心电图 77

五、心输出量和心脏作功 79

(一)每搏输出量 79

(二)每分输出量 80

(三)心脏的作功 80

(四)影响心输出量的因素 81

(五)心力贮备 82

第二节 血管系统中的血压和血流 83

一、各类血管的结构特点和主要功能 83

(一)主动脉和大动脉 84

(二)小动脉和微动脉 84

(三)毛细血管 84

(四)静脉 84

二、血压和血流速度 84

(一)血压形成的基本条件 84

(二)外周阻力 85

(三)流量和血流速度 86

(四)动脉血压及其影响因素 88

三、动脉搏、脉搏压和脉搏波 90

(一)动脉搏和脉搏压 90

(二)脉搏波及其扩布 91

四、微循环和淋巴循环 92

(一)微循环的组成及其血流特点 92

(二)血液和组织间液的物质交换 94

(三)组织间液的生成及其影响因素 94

(四)淋巴循环 95

五、静脉血流的特征 97

(一)静脉血压和血流速度 97

(二)静脉脉搏 98

第五章 循环(下) (黄龙)

第三节 心血管活动的调节 100

一、神经调节 100

(一)支配心脏的传出神经及其作用 100

(二)支配血管的传出神经及其作用 101

(三)调节心血管活动的中枢部位 102

(四)心血管活动的反射性调节 103

二、体液调节 107

(一)肾上腺素和去甲肾上腺素 107

(二)肾素-血管紧张素系统 107

(三)血管升压素 108

(四)激肽释放酶-激肽系统 108

(五)前列腺素及其它体液因素 109

三、自身调节 109

四、肌肉运动时的循环变化 109

第四节 器官循环的特征 111

一、冠状循环 111

(一)冠状循环血流的特点 111

(二)冠状循环血流的调节 113

二、脑循环和脑脊液循环	114	(三)肺通气/血流比值	139
(一)脑血液循环的特点	114	三、组织气体交换	140
(二)脑血流的调节	115	第四节 气体在血液中的运输	140
(三)脑脊液循环	115	一、 O_2 和 CO_2 在血液中的存在形式	140
(四)血-脑屏障和血-脑脊液屏障	116	二、氧的运输	141
三、肺循环	117	(一)血红蛋白与氧的可逆结合	141
(一)肺循环各段的压力	118	(二)氧离曲线	142
(二)肺循环的阻力	118	(三)氧离曲线的影响因素	143
(三)肺血流量和肺组织间液	119	三、 CO_2 的运输	144
(四)肺循环的调节	120	(一)形成碳酸氢盐	144
第五节 心血管系统的内分泌功能	121	(二)形成氨基甲酸血红蛋白	144
一、心脏内分泌的作用	121	(三) CO_2 解离曲线	145
二、血管内皮细胞内分泌的作用	122	第五节 呼吸的调节	145
第六章 呼吸 (孙秀泓)		一、呼吸中枢和呼吸节律	146
第一节 呼吸器官的结构和功能	123	(一)各级呼吸中枢及其相互关系	146
一、呼吸道	123	(二)呼吸节律形成的假说	148
(一)气管支气管树	123	二、呼吸的反射性调节	149
(二)气道平滑肌的神经支配	124	(一)肺牵张反射	149
二、肺泡	124	(二)呼吸肌本体感受性反射	149
(一)肺泡-毛细血管膜	124	(三)防御性呼吸反射	150
(二)肺泡隔	125	(四)J-感受器引起的呼吸反射	150
(三)肺泡液表面张力和肺表面活性物质	125	三、呼吸的化学性调节	150
三、呼吸道的保温、防御功能	127	(一)外周化学感受器	150
第二节 肺通气力学	127	(二)中枢化学感受器	151
一、肺通气的动力	127	(三) CO_2 、低 O_2 、 H^+ 对呼吸的影响	152
(一)呼吸运动	127	第六节 特殊情况下的呼吸及肺的	
(二)呼吸过程中肺内压变化	128	非呼吸功能	153
(三)呼吸过程中胸内压变化	129	一、特殊情况下的呼吸活动	154
二、肺通气的阻力和呼吸功	130	(一)运动时的呼吸变化	154
(一)弹性阻力	130	(二)低氧和氧中毒	155
(二)非弹性阻力	132	(三)血液 CO_2 过多和过少	156
(三)呼吸功	133	(四)高气压和减压病	156
三、肺容量和肺通气量	133	二、肺的非呼吸功能	157
(一)基本肺容积	133	(一)防御功能	157
(二)肺容量	134	(二)过滤功能	157
(三)肺通气量	135	(三)代谢功能	157
第三节 呼吸气体的交换	136	(四)其它	158
一、肺内气体交换	136	第七章 肾脏生理与体液 (林茂梓)	
(一)呼吸气和肺泡气的组成	136	第一节 肾脏的结构特征及其血液	
(二)肺泡气、血液气体和组织气体分压	137	循环	160
(三)气体弥散的动力	137	一、肾脏结构的特征	160
二、影响肺内气体交换的因素	138	(一)肾单位	160
(一)气体弥散速率	138	(二)肾单位的血液供应	162
(二)肺弥散量	138	(三)肾小球旁器	162

(四)肾脏的神经支配	163
二、肾脏的血液循环	163
(一)肾血液循环的特征	163
(二)肾血流量的自身调节	163
(三)肾循环的神经体液调节	164
第二节 尿生成过程	164
一、肾小球滤过作用	165
(一)肾小球滤过膜的通透性	165
(二)有效滤过压	166
(三)肾小球滤过率	167
(四)影响肾小球滤过率的因素	167
(五)肾小球滤过率与肾血浆流量的测定	167
二、肾小管的重吸收作用和分泌作用	169
(一)电解质和水的重吸收及分泌	169
(二)有机物的重吸收与排出	171
第三节 尿的浓缩与稀释	173
一、尿的浓缩和稀释的机制	173
(一)髓质的逆流倍增机制及髓质高渗梯度的形成	173
(二)直小血管的逆流交换机制及髓质高渗梯度的保持	175
(三)集合管对尿的浓缩和稀释	175
二、影响尿浓缩和稀释功能的因素	176
第四节 肾对细胞外液容积与渗透浓度的调节	177
一、肾对细胞外液渗透浓度的调节	177
(一)细胞外液渗透浓度与机体水平衡	177
(二)肾对细胞外液渗透浓度的调节	178
二、肾对细胞外液容积的调节	179
(一)细胞外液容积与机体钠平衡	179
(二)肾对细胞外液容积的调节	179
第五节 体液的酸碱平衡及肾在其中的作用	182
一、代谢性酸的生成	182
二、血液缓冲系统及其作用	182
三、呼吸对酸碱平衡的调节	183
四、肾对酸碱平衡的调节	184
(一)肾小管 H^+ 的分泌机制	184
(二)肾小管排出 H^+ 和保留及补充 HCO_3^-	184
(三)影响肾小管泌 H^+ 活动的因素	187
第六节 输尿管和膀胱的排尿功能	187
一、输尿管的功能	187
二、膀胱的排尿动作	188
(一)膀胱和尿道括约肌的神经支配	188

(二)膀胱内压与膀胱容积的关系	188
(三)排尿反射和高级中枢的控制	189

第八章 消化和吸收 (林坤伟)

第一节 概述

一、胃肠道的神经支配

(一)胃肠道的外来神经

(二)胃肠道的壁内神经丛

二、胃肠激素

(一)胃肠道的内分泌细胞

(二)胃肠激素的化学结构

(三)胃肠激素的作用方式

(四)胃肠激素的生理作用

第二节 消化液的分泌

一、唾液

(一)唾液的性质、成分和作用

(二)唾液分泌的调节

二、胃液

(一)胃液的性质、成分和作用

(二)收集胃液的方法

(三)胃液分泌的调节

三、胰液

(一)胰液的性质、成分和作用

(二)胰液分泌的调节

四、胆汁的分泌和排出

(一)胆汁的性质、成分和作用

(二)胆囊的功能

(三)胆汁分泌和排出的调节

五、小肠液

(一)小肠液的性质、成分和作用

(二)小肠液分泌的调节

六、大肠液

第三节 消化管的运动

一、消化管平滑肌的特性

(一)消化管平滑肌的特性

(二)消化管平滑肌的生物电活动

二、咀嚼、吞咽和食管运动

(一)咀嚼

(二)吞咽

(三)食管的蠕动

三、胃的运动

(一)胃运动的形式

(二)胃运动的调节

(三)胃的排空及其控制

(四)呕吐

四、小肠的运动

(一) 小肠运动的形式	215
(二) 小肠运动的调节	216
(三) 小肠内容物向大肠的推进	216
五、大肠的运动	216
(一) 大肠运动的形式	216
(二) 大肠运动的控制	217
(三) 排便动作	217
第四节 吸收	218
一、小肠的吸收面和吸收途径	218
二、食物的消化和养分的吸收	219
(一) 糖类的消化和吸收	219
(二) 蛋白质的消化和吸收	220
(三) 脂类的消化和吸收	221
(四) 水和钠的吸收	221
(五) 维生素的吸收	222
第九章 能量代谢和体温调节 (冯镇沅)	
第一节 能量代谢	224
一、食物的热价及能量代谢测量法	224
(一) 食物的热价	224
(二) 呼吸商	225
(三) 人体能量代谢测定法	226
二、影响能量代谢的基本因素	226
(一) 食物的特殊动力效应	226
(二) 肌肉活动	227
(三) 精神和情绪活动	227
(四) 环境温度	227
三、基础代谢	227
(一) 基础代谢的测量	227
(二) 基础代谢的生理性变动及其正常水平	228
(三) 基础代谢的异常变动	230
四、肌肉活动时的能量代谢	231
(一) 肌肉活动时的代谢率及其测量	231
(二) 肌肉活动时的能量来源	232
(三) 肌肉活动停止后能量代谢的恢复	232
(四) 肌肉工作的效率	232
五、能量代谢与营养供给标准	233
第二节 体温及其调节	235
一、体温及其正常变动	235
(一) 体温及其意义	235
(二) 人的体表和体内温度及其正常变动	236
二、体温的调节方式	237
(一) 机体的产热过程及其调节	237
(二) 机体的散热过程及其调节	237
三、体温的调节中枢	239

(一) 体温调节中枢及其定位	239
(二) 下丘脑的体温调节中枢及调定点学说	240
四、体温的异常变化	241
(一) 发热	241
(二) 热痉挛、热衰竭和中暑	242
(三) 低体温和寒衰竭	242

第十章 内分泌腺 (林坤伟)

第一节 概述	244
一、激素的分类	244
二、激素作用的机制	245
(一) 含氮激素作用机制——第二信使学说	245
(二) 类固醇激素作用机制——基因调节学说	247

第二节 甲状腺

一、甲状腺激素的合成和释放	248
(一) 甲状腺激素的合成	248
(二) 甲状腺激素的贮存与释放	248
二、甲状腺激素的生理作用	249
(一) 对物质代谢的影响	249
(二) 对生长发育的影响	250
(三) 其它作用	250
三、甲状腺机能的调节	250
(一) 下丘脑-垂体-甲状腺轴	251
(二) 甲状腺的自身调节	251

第三节 甲状旁腺与甲状腺“C”

细胞

一、甲状旁腺素与维生素D	252
(一) 甲状旁腺素的生理作用	252
(二) 甲状旁腺素分泌的调节	252
(三) 维生素D及其代谢产物	253
二、降钙素	253

第四节 肾上腺

一、肾上腺皮质	254
(一) 肾上腺皮质激素	254
(二) 糖皮质激素的生理作用	254
(三) 糖皮质激素分泌的调节	256
(四) 盐皮质激素的生理作用及其分泌的调节	257
二、肾上腺髓质	257
(一) 肾上腺髓质的激素	257
(二) 肾上腺素和去甲肾上腺素的生理作用	258
(三) 肾上腺髓质激素分泌的调节	258

第五节 胰岛

一、胰岛素	260
-------------	-----

(一)胰岛素的化学组成和生物合成	260
(二)胰岛素的生理作用	261
(三)胰岛素分泌的调节	262
二、胰高血糖素	264
(一)胰高血糖素的生理作用	264
(二)胰高血糖素分泌的调节	264
三、胰岛的其它激素	265
(一)生长抑素	265
(二)胰多肽	265
第六节 垂体	265
一、垂体前叶的机能	267
(一)促进生长	267
(二)促进性腺和乳腺的发育及其机能	268
(三)促进甲状腺和肾上腺皮质的发育及其机能	268
(四)调节新陈代谢	268
二、下丘脑对垂体前叶分泌活动的调节	269
(一)下丘脑的神经内分泌细胞	269
(二)下丘脑的促垂体激素	269
(三)下丘脑促垂体激素分泌的调节	270
三、垂体后叶的机能	271
(一)垂体后叶的激素及其释放	271
(二)加压素的生理作用	271
(三)催产素的生理作用	271
四、垂体后叶活动的调节	271
附：前列腺素	272
第十一章 生殖 (吴襄)	
第一节 男性生殖系统	274
一、睾丸的生精机能	274
(一)睾丸的结构要点及阴囊的作用	274
(二)精子生成过程	274
二、睾丸的内分泌机能	275
(一)雄性激素的发现和提纯	275
(二)雄激素的生理作用	276
三、睾丸机能的调节	276
四、男性附属生殖器官的机能	277
(一)附睾	277
(二)输精管和射精管	277
(三)精囊腺、前列腺和尿道球腺	277
(四)阴茎	278
第二节 女性生殖系统	278
一、卵巢内卵泡和卵子的生长发育	278
(一)卵泡的发育过程	278

(二)卵子的成熟过程	278
(三)黄体的生成	279
二、卵巢的内分泌机能	279
(一)雌激素及其生理作用	279
(二)孕激素及其生理作用	280
三、卵巢机能的调节	280
(一)卵泡刺激素(FSH)的作用	280
(二)黄体生成素(LH)的作用	281
(三)下丘脑促性腺激素释放激素(GnRH)的作用	281
(四)卵巢激素对垂体和下丘脑的反馈作用	281
四、月经周期及其激素基础	281
(一)月经周期	281
(二)月经周期中血浆激素浓度的变化规律	282
第三节 生殖的过程	283
一、受精	283
二、妊娠	284
(一)子宫的变化及胎盘的形成	284
(二)胎盘的激素	285
三、分娩	286
(一)分娩的过程	286
(二)分娩的机制	286
四、授乳	287
(一)乳腺的生长发育	287
(二)乳腺发育和分泌机能的控制	287
(三)乳汁的成分	288
第十二章 中枢神经系统(上) (徐承焘)	
第一节 神经元活动的一般规律	289
一、神经元和突触	289
(一)神经元	289
(二)突触	290
二、突触传递的机制	291
(一)兴奋性突触后电位	291
(二)抑制性突触后电位	291
(三)突触前抑制的机制	293
三、神经递质	294
(一)外周神经递质	294
(二)中枢神经递质	294
(三)递质与调质的概念	295
(四)递质的共存	295
(五)递质的合成、释放和失活	295
(六)受体学说	296
第二节 反射活动的一般规律	298
一、反射与反射弧	298

二、中枢神经元的联系方式	298	(四)交感神经系统与副交感神经系统的相	
(一)辐散	298	互关系及其生理意义	316
(二)聚合	298	(五)自主神经系统的第三种成分	317
(三)链锁状与环状联系	299	二、脊髓和低位脑干对内脏活动的调	
三、反射弧中枢部分兴奋传播的特征	299	节作用	317
(一)单向传递	299	(一)脊髓对内脏活动的调节	317
(二)中枢延搁	299	(二)低位脑干对内脏活动的调节	318
(三)总和	299	三、下丘脑的结构和机能	318
(四)兴奋节律的改变	300	(一)下丘脑的结构特征	318
(五)后放	300	(二)下丘脑的机能	318
(六)对内环境变化的敏感性和易疲劳性	300	四、大脑皮层对内脏活动的调节	319
四、中枢抑制	300	(一)新皮层对内脏活动的调节	320
(一)突触后抑制	300	(二)边缘系统的功能	320
(二)突触前抑制	301	第五节 中枢神经系统的感觉机能	321
五、反射活动的协调	301	一、脊髓的感觉机能与上行通路	322
(一)交互抑制	301	(一)内侧丘系	322
(二)反馈调节	302	(二)脊丘系统	323
第三节 中枢神经系统对躯体运动		二、丘脑的感觉机能及其投射系统	325
的调节	302	三、大脑皮层的感觉机能	327
一、脊髓对躯体运动的调节	302	(一)大脑皮层的结构特征	327
(一)牵张反射	302	(二)大脑皮层的特异感觉区	327
(二)屈肌反射与交叉伸肌反射	303	(三)大脑皮层联合区及其机能	329
(三)肌梭与腱器官的机能	303	第六节 脑的高级功能和脑电图	330
(四)脊髓横切与脊休克	304	一、条件反射	330
二、脑干对躯体运动的调节	305	(一)条件反射的形式	330
(一)脑干对肌紧张的调节	305	(二)条件反射的消退	330
(二)脑干在调节姿势反射中的作用	306	(三)条件反射的泛化和分化	330
三、基底神经节与小脑在调节躯体运		(四)条件反射的生物学意义	331
动中的作用	307	(五)条件反射的形成机制	331
(一)基底神经节的机能	307	(六)人类的条件反射	331
(二)小脑对躯体运动的调节	309	二、学习和记忆	332
四、大脑皮层对躯体运动的调节	310	(一)人类学习与记忆的过程	332
(一)大脑皮层运动区	311	(二)学习和记忆的机制	332
(二)锥体系	312	三、大脑皮层的言语中枢和一侧优势	333
(三)锥体外系	312	四、脑电图和皮层诱发电位	334
(四)锥体系损害对运动机能的影响	313	(一)脑电图的波形	334
第十三章 中枢神经系统(下)		(二)脑电波形成的机制	335
(徐承焘 朱丽霞)		(三)皮层诱发电位	335
第四节 中枢神经系统对内脏活动		五、觉醒与睡眠	336
的调节	314	(一)觉醒状态的维持	336
一、自主神经系统的结构和功能	314	(二)睡眠的时相	337
(一)自主神经系统的结构特征	314	(三)睡眠发生的机制	337
(二)交感神经系统的功能	315	第十四章 感觉器官	
(三)副交感神经系统的功能	316	(徐承焘)	
		第一节 概述	339

一、感受器的分类.....	339
(一)根据感受器所在的部位分类.....	339
(二)根据感受器所能接受的刺激的性质 分类.....	339
二、感受器的一般生理特征.....	339
(一)适宜刺激.....	339
(二)感受器电位.....	340
(三)感受器的编码作用.....	340
(四)感受器的适应作用.....	341
第二节 视觉器官.....	342
一、眼的折光系统及其调节.....	342
(一)眼内物像的形成.....	342
(二)眼的调节.....	343
(三)眼折光的缺陷.....	345
二、眼的感光系统.....	346
(一)视网膜的感光功能.....	346
(二)感光细胞的光化学反应.....	348
(三)视网膜的生物电变化.....	349
(四)暗适应和明适应.....	350
(五)颜色视觉.....	350
(六)视敏度.....	351
(七)视野.....	352
(八)后作用与融合现象.....	352
三、双眼视觉和立体视觉.....	352
(一)双眼视觉.....	353
(二)立体视觉.....	353
(三)房水和眼内压.....	353
第三节 听觉器官.....	354

一、声音的物理特性和声音感觉.....	354
二、外耳和中耳的功能.....	355
(一)耳廓和外耳道的作用.....	355
(二)鼓膜和听小骨的作用.....	355
(三)咽鼓管的作用.....	356
三、耳蜗的机能.....	356
(一)声音传入内耳的途径.....	357
(二)基底膜的振动和行波学说.....	357
(三)耳蜗的生物电现象.....	358
第四节 前庭器官.....	359
一、前庭器官的结构特征.....	360
二、前庭器官反射.....	362
(一)前庭器官引起的姿势反射.....	362
(二)前庭器官引起的自主神经反射.....	363
(三)旋转运动与眼球震颤.....	363
第五节 其它感觉器官.....	364
一、皮肤感觉.....	364
(一)触觉和表层压觉.....	365
(二)温热觉和冷觉.....	365
(三)痛觉.....	365
二、嗅觉和味觉.....	365
(一)嗅觉.....	365
(二)味觉.....	366
三、内部感觉.....	367
(一)本体感觉.....	367
(二)深部躯体压觉.....	367
(三)深部躯体痛觉.....	367
(四)内脏感觉.....	367

第一章 绪 论

一、生理学概观

(一)生理学的范围 生理学(physiology)是生物科学的一个分支,是研究生物机体的正常生命活动规律的科学。具体地说,凡食物的消化和吸收、气体的吸入和呼出、血液的循环,代谢产物的排出等,都是生理学所要研究的内容。

从近代科学发展史来看,生理学最初是以人类机体的正常生命活动为研究对象,且与医学的实践密切联系着的,因而称为人体生理学。后来,随着科学的发展和社会生产实践的需要,又对各种动物和植物的生命活动进行研究,因而也就有动物生理学和植物生理学。当通称生理学时,一般是指人体生理学。

从生物进化史看,人类是由高等动物发展而来的,属于脊椎动物的哺乳类。人类的生命活动,在许多基本方面,同一般脊椎动物,特别是哺乳类具有共同的特征。科学实践表明,研究动物,特别是哺乳类的生命活动规律,对于认识人类生命活动规律是有重要参考价值的。因此,本书在内容上经常需要引用各种动物的实验资料作为佐证,其理由就在于此。当然,人体生命活动还有许多是人类所特有的,对这些生命活动的认识,只能从以人体为对象的研究中获得。事实上,就是对许多人类与动物所共有的生命活动规律,也决不能单凭动物的研究,还必须在人体上再进行观察验证方能成立。

人体所表现的生命活动,在健康时和患病时是有显著差别的。对患病机体所表现的某些特殊生命现象的研究,属于另一门姊妹科学即病理生理学(pathological physiology)的任务。但由于正常和异常的生命活动之间,既有区别又有联系,在一定条件下,两者可以相互转化。为了更好地认识正常的生命规律,常有必要从异常的角度来反证。所以本书在内容叙述时也常提到异常的现象作为对比。

机体的正常生命活动,首先在于机体本身是以完整的统一体而存在的。这具体表现在机体各部分活动之间保持着密切的相互关系。周围环境的变化不断影响机体,而机体则不断改变其自身的生命活动而作出反应,使得机体的生命活动能够很好地适应于周围环境的变化。因此,生理学的研究应从整体观点出发,既要阐明机体各部分活动,即各器官、系统的机能(功能),以及各部分活动之间的相互关系,又要阐明机体在与环境相互作用时,各器官系统活动的变化规律。

不仅如此,机体各器官、系统的机能,在很大程度上决定于其结构单位——组织和细胞的生理特性和物理特性,归根到底,又决定于其化学组成和物理、化学的变化。因此,生理学还要深入阐明这些特征和理化变化的规律。今天,生理学的研究,已经从组织、细胞的水平发展到探索亚细胞和细胞内部各种物质分子活动规律的分子水平,这就是分子生物学的任务。这样,生理学的研究就可大致分为几个层次或几个水平:整体及各器官、系统的生理,组织和细胞的生理,以及亚细胞和分子的生理。本书内容主要以整体及器官、系统的生理为主,

兼论某些组织和细胞的生理，而对于亚细胞生理和分子生物学，也要适当地予以阐述，以求深入理解整体和器官生理的内在联系。

(二)生理学的方法 同生物学其它分支学科一样，随着本门学科和有关学科的发展，从早期对生命现象的表面描述而逐步深入到对生命过程的内在机制(mechanism)*的实验研究，这就使得现代生理学成为一门实验科学，其特点是在于创造人工条件，而对某种生命活动反复进行精密的分析和综合探讨。由于实验方法难免损伤机体，因此，在大多数情况下，只能利用活着的动物，如猴、狗、猫、兔、鼠，甚至蛙类，作为研究对象。但在自愿和不损害健康的前提下，也可对人体进行实验观察。

动物实验的方法可大致分为离体的和在体的两类。在体的实验又可分为急性的和慢性的两种。离体的方法是把动物的某一组织或器官仔细地取出，设法使其在一定时间内继续保持生理机能，然后按照特定的目的进行实验。急性的在体实验法是使动物处于麻醉状态(或去除脑髓)，保持所要研究的器官于体内原来的位置，以便观察器官机能在不同情况下的变化规律。慢性的在体实验法是使动物处于清醒状态，观察其整体活动或某一器官对于体内情况或外界条件变化的反应。

不同的实验方法，各有其特殊的意义，进行生理学研究时，应根据其所研究的任务和课题的性质，选择最适合的方法。这里必须着重指出：无论采用哪种实验方法，在解释研究结果时，都必须持实事求是的态度，既不能把局限于某种特定条件下所获得的资料引伸为普遍性规律；更不能把动物实验的结果，不加区别地移用于人体。

(三)生理学的应用 生理学研究成果的应用是多方面的，但归纳起来不外两类：一是对医学和各种有关的生产实践的应用；一是对辩证唯物主义的理论提供一些具体资料。

首先，生理学是同医学(包括卫生和护理科学)的发展紧密联系着的，是医学的基础学科之一。医学的目的是防治疾病，促进健康。为了做到这一点，就必须先了解正常的人体生命活动是如何进行的，以及生命活动是如何能保持正常的。生理学既是研究正常生命活动规律的科学，毫无疑问，任何一个医学科学工作者都必须学习和熟悉生理学。事实上，最初研究生理学的就是从事临床医学的工作者。后来，由于医学的发展推动了生理学研究，于是才有了专门的生理学工作者。但是，现代生理学的研究成果，不仅来自生理学实验室，还有大量的来自许多姊妹学科的实验室，如解剖学和组织学、生物化学、生物物理学、药理学、免疫学、病理生理学、以及临床各学科。这样生理学才得到迅速的发展，并反过来对医学各科的发展也起着促进作用。

随着教育学、心理学、体育科学以及航空、航天和潜水事业的发展，人体生理学的应用范围更广了。

此外，还通过对家畜、家禽生理的研究，促进了畜牧兽医学的发展；对鱼类及其它水产动物的生理研究，促进了水产科学的发展；对昆虫生理的研究，有利于养蚕、养蜂和农林病虫害的防治。凡此种种，都说明生理学研究的实用价值是很大的，同时通过实际应用，又促进了生理学自身的发展。

生理学的第二大类应用，直接支持了达尔文进化论观点，丰富了辩证唯物主义内容。例

*“机制”一词是生理学常用的术语，其意是在表达某些生理效应的内在关系，也就是对于“如何”这一问题的回答。

如,各器官、系统的结构和机能随着动物进化水平而异;生命活动的基本特征和各组织特性及器官机能,表现着对立统一和从量变到质变的规律。所有这些都可在本书各章内容中体会到。当然,要学好生理学,特别是要研究生理学的各种具体问题时,还必须在辩证唯物主义的理论指导下进行,方能避免片面性和机械观。

二、生命活动的基本特征

在论述人体生理之前,有必要对动物机体所共有的生命活动基本特征作一简要的介绍,这将有助于对人体生理特殊规律的理解。这里所提的基本特征是:新陈代谢,兴奋性和适应性。

(一)新陈代谢 有生命机体同无生命物体的根本区别,在于前者能够而且必须不断地从外界摄取可利用的物质以营养自己,同时又不断地把自身和外来物质的分解产物向外界排出。机体这种同外界交换物质以及物质在体内变化的过程,总称为新陈代谢(metabolism)或简称代谢。代谢是机体生命活动的物质基础,代谢过程一旦停止,生命活动就要中断,机体也就死亡。

机体内任何物质的变化,同时伴有能量的转换。当机体摄取外界营养物质时,也就获得了蕴藏于物质中的能量——势能。当这些物质在体内分解时,就有动能产生。动能的一小部分供给机体活动的需要,其余大部分则以热的形式释放于外界。这样,新陈代谢就包括物质代谢和能量代谢两方面。物理学上的物质不灭和能量守恒定律,同样适用于生理学。机体在生长过程和活动增加时,必须相应地增加营养物质的供给;机体衰老过程和活动减少时,营养物质的供给也将随之减少。由于科学研究的分工,物质代谢将在生物化学中详细叙述,本书只侧重讨论机体的能量代谢(详见第九章)。

(二)兴奋性 动物机体与周围环境的关系不仅表现在物质交换方面,还表现在环境情况改变时能引起机体活动的改变,如外表状态的改变和机体内部的理化变化。这就关系到生命活动的另一重要特征,即兴奋性(excitability)。广义地说,兴奋性是组织对于刺激发生反应的能力。兴奋性一向是生理学研究中有根本意义的问题,为了说明其涵义,最好先讨论与兴奋性有关的两对生理学的概念:一对为刺激与反应,另一对为兴奋与抑制。

1. 刺激与反应 首先要指出,动物机体所处环境是非常复杂的,含有许多因素,但并不是所有的因素都能引起机体活动的改变,只有那些能被机体所感受并且正在变化着的因素,才能引起机体活动的改变。对于具有这种作用的环境因素,在生理学上通称为刺激(stimulus);对于刺激所引起的机体活动改变,则称为反应(response)。

能够对机体产生刺激作用的因素,按其性质不同可分为:机械的(振动和压力)、温度的、化学的、电的、光的、声的、放射性的等等。当这些因素发生变化时,其变化的强度和速率,以及刺激作用时间都必须达到一定的程度,方才具有刺激之效。变化强度不够,或变化速率太慢或过快,以及作用时间太短也都不能成为有效的刺激。

机体对刺激所产生的反应是多种多样的,按其形式分,主要有肌肉收缩,神经传导、腺体分泌,以及纤毛运动和变形运动等等。对于这些反应形式,不仅可以进行观察和客观的描记,有的还可进行精确的测量。

无论对刺激的感受或对刺激的反应,都必须以兴奋性为前提,丧失了兴奋性,机体与环境就不能发生相互关系,生命也就终止。

2. 兴奋与抑制 当机体的某一部分感受了有效的刺激而发生反应时,从其外表活动来看,可以区别为两种不同的表现:一种是由相对静止状态变为明显的活动状态,或由较弱的活动变为较强的活动;另一种表现则相反,即由明显的活动状态变为相对静止,或由较强的活动变为较弱的活动,前一种表现通常称为兴奋的反应,或简称兴奋(excitation),后一表现则称为抑制的反应,或简称抑制(inhibition)。所谓抑制,并不是无反应,而是与兴奋相对立的一种主动过程。例如,以电刺激狗的交感神经,可引起心跳加快加强;但以电刺激其迷走神经,则心跳变慢变弱,甚至停止。由此可见,交感神经是引起心脏兴奋的神经,迷走神经则是引起心脏抑制的神经。在正常机体内,这两种神经对心脏的作用是相反相成的,在不同的时候分别起着主导作用(详见第五章)。

8. 兴奋性的电学本质 根据生理学家的长期研究,认识到在活着的机体中,当神经和肌肉组织每次接受有效刺激时,都要引起受刺激的部位发生电位变化,并沿着神经纤维或肌纤维进行传布。这种能够自动传布的电位变化称为动作电位(action potential),可以应用电学仪器描记下来,呈波形曲线。后来,生理学家还陆续观察到在心脏和大脑活动时,也都可描记到电位变化的波形。由于神经动作电位的传布特征是同神经兴奋的传导一致的,而各种肌肉的动作电位则总是在肌肉收缩之前发生,因此,生理学上都认为动作电位乃是神经和肌肉组织发生兴奋过程的客观标志,并把产生动作电位的能力称为兴奋性。对于动作电位的发生、发展和恢复过程,将在第二章阐述。

(三)适应性 动物机体不仅能感受环境因素的变化而发生一定的反应,特别有意义的是,通过这种反应,机体能随着环境的变化不断地调整自身各部分的关系,从而有利于在不断变化着的环境中进行正常的生理活动。机体这种能够根据外界情况而调整其内部关系的生理特征,称为适应性(adaptability)。

动物的适应性是机体在其种属进化过程中和个体生活过程中逐渐形成而臻于比较完善的。以动物的体温为例:低等动物(如两栖类和爬行类)是变温动物,其体温随着环境温度的变化而变化,这就使得这些动物在寒季不能像在热季那样活动,说明其适应性较差。到了鸟类和哺乳类,其体温具有自身调节的能力,尽管环境温度有很大的变化,但体内温度却是相对恒定的,说明这些动物对环境温度的适应性增强了。但某些鸟类的活动仍然在一定程度上受到气候条件的限制,候鸟在寒季南迁就是一例。到了人类,由于能够通过社会性劳动和思维等活动来改造世界,以致适应性更趋完善。

三、机体机能的调节和稳态概念

高等动物和人类的机体能够以统一整体的形式进行各种生命活动,乃是由于全身各器官、系统的机能都是经常处于各种方式的调节之中。总的说来,调节可分为自身调节、神经调节和体液调节三种方式。通过这些调节机制,使各器官、系统的活动能够互相配合、互相协调,而不致互相干扰或排斥。为了便于学习本书第三至十一章的内容,有必要对这三种调节方式的基本知识作一简单介绍,详细内容将在以后有关各章中阐述。

(一)自身调节 自身调节(autoregulation)是指组织或器官的活动超过一定限度时,能够通过该组织、器官自身的活动进行调节,使不致趋于过度。这种调节方式在心肌和平滑肌器官表现得特别明显。例如,用离体心脏进行实验时,当输入心脏的血量增加时,心肌的收

缩加强,心室的输出血量相应地增加,于是心输出量得以和输入量保持平衡。由于离体心脏既不受神经系统支配,又不受激素的作用,所以这种调节是心肌自身活动的结果。又如,在研究离体器官的血流量时,当提高该器官的血液或生理溶液的灌流压力时,该器官的微小动脉管壁的平滑肌紧张性增加,血管口径缩小,结果,增加了血流阻力,从而使该器官的血流量保持相对恒定。这都表明心肌和血管平滑肌具有自身调节作用,这种原始的调节方式在本书第四、五、七章中将有详细的阐述。

(二)神经调节 神经调节是通过神经系统的活动来实现的。神经系统可分为中枢神经系统和周围神经系统两部分。中枢神经系统位于颅腔和椎管内,从下而上包括脊髓、延髓、脑桥、中脑、小脑、间脑和大脑两半球。大脑两半球的外层称为大脑皮层,是大脑神经细胞最密集的部分。大脑皮层是中枢神经系统的高级部位,只有进化到人类时,大脑皮层才获得充分的发达。

周围神经系统也称外围神经系统,是由联系中枢神经系统和全身各器官之间的神经纤维构成的,其中脊神经31对,脑神经12对。中枢神经系统通过周围神经,一方面接受身体各器官传入的神经冲动,从而获得全身各部分活动的信息;另一方面传导中枢神经系统各部位的神经冲动到达全身骨骼肌和内脏器官(广义的),从而发动或改变这些器官的活动。

神经系统主要是以反射(reflex)的方式调节全身各部分的机能。反射的基本结构称为反射弧(reflex arc)。每一反射弧包括五个环节,即:感受器、传入或感觉神经、中枢、传出或运动神经和效应器。感受器接受外界和机体内部的刺激而发生兴奋。感受器的兴奋经由感觉神经的传导进到脊髓或脑的一定部位,引起有关中枢部位的综合运动;然后由中枢部位发出神经冲动沿着运动神经作用于所支配的效应器——或者发动和加强效应器活动,或者抑制和减弱效应器活动。以反射方式调节机体各部分活动的机制,总称为反射性调节。

在20世纪以前,反射只是指先天遗传的低级形式和机械的反射活动。如给足跖皮肤以机械刺激引起腿的屈肌收缩,就属于这种反射。其它常见的,如食物入口而引起的唾液分泌(流涎反射),环境温度提高而引起的出汗等,也都是反射活动。这些反射在本书有关章节都将有详细讨论。但从20世纪初起,俄国生理学家巴甫洛夫在研究消化生理时,观察到狗的流涎反射,不仅为食物入口所引起,而且还能在看到食物,甚至见到饲养员时发生。如果事先以外科手术将狗的大脑皮层切除,则流涎反射虽然仍能为食物入口所引起,但仅仅看到食物就不再发生唾液分泌。通过长期的精密实验,巴甫洛夫首次明确提出,反射活动可分为两大类:一类是先天遗传的反射,称为非条件反射;另一类是后天训练获得的反射,如狗看见食物和见到饲养员而引起的流涎,则称为条件反射。由于条件反射的形成需要大脑皮层的存在,故也称为高级神经活动。在人类,如“望梅止渴”、“谈虎色变”一类例子,以及各种习惯和学习行为,按巴甫洛夫的学说,也都是条件反射。但一般所称的反射性调节,都是指非条件反射。

神经调节的特点是传导迅速、作用准确和表现自动化。因为反射弧的神经传导速度是很快,传出神经所支配的效应器都是一定的(如某一肌肉或某一分泌腺),作用效果也是明确的(如肌肉收缩或腺体分泌)。各种感受器所能接受的刺激都具有特异性,如压力感受器只能接受不同程度的压力刺激,化学感受器只能感受某些化学物质的刺激。因此,正常的机体,只要体内、外的情况变化达到了一定的程度和变化具有一定的速率,就能刺激某些感受器,从而通过反射途径引起有关器官的规律性反应。