

高等医药院校教科书

生 理 学

徐 丰 彦 主 编

人 民 卫 生 出 版 社

供医疗、儿科、卫生及口腔专业用

生 理 学

徐 丰 彦 主 編

王志均 吳 襄 徐丰彦 編 写
赵 以 炳 閻 德 潤

張 錫 鈞 蔡 翹 評 閱

人 民 卫 生 出 版 社

一九六四年·北京

生 理 学

开本: 787×1092/16 印张: 29⁴/₈ 字数: 688千字

徐 丰 彦 主 编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可证出字第〇四六号)

·北京崇文区校子胡同三十六号·

吉 林 市 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

统一书号: 14048·1995

1959年9月第1版—第1次印刷

定 价: (科五)2.60元[K]

1964年11月第2版—第15次印刷

印 数: 170,001—180,000

前 言

高等医药院校试用教材生理学自 1959 年开始出版试用以来,已有四年。在试用过程中,我们曾征求了各方面的意见。在缺点方面,除一些个别问题外,主要是对现代生理学的新成就反映得不够,有些章节文字不够通畅。显然这些都对教学不利。

为了克服缺点,提高教材质量,我们在 1961 年冬季即开始对这部教材进行修订。1962 年 7 月卫生部召开教材工作会议,生理学教材是主要讨论内容之一。在此会议上,我们在领导同志的直接帮助下,参考各教学单位的意见,修订了生理学教学大纲,并又用半年时间根据教材工作会议的精神和新教学大纲的要求对教材修订稿再进行一次改写和补充,经过评阅人的审查,最后定稿。

这次修订工作,主要是充实内容,修改文字,和删去一些不必要的材料。尽管有若干删节,但总的字数还是远远超过初版的字数。这可能也是科学发展在教材上的必然反映。为了适应于目前医学院教学计划所规定的学习时数和尽量减轻学生学习负担,在这一版中仍沿用大小两种字体排印的方式。一般说来,用大字排印的内容乃是学生所可能掌握的生理学内容(包括基本知识与基础理论)的深度,而用小字排印的内容则是些补充说明和带有参考性质的材料。但在具体区分这两方面的材料时,可能还做得不够十分恰当,因此,教师使用时还可根据不同情况和自己的看法对学生学习深度提出不同的要求。

为了保持系统性,生理学教材也包括一些生物化学或其他边缘学科的内容,但在医学院教学计划中,这些内容都可在其他课程中学习,因此在本教材中仍叙述得比较简略。在另一方面,许多应用生理学知识如运动生理学、劳动生理学等,在本书中却未予以足够介绍,这是因为本书的主要任务乃是阐述生理学的基本知识与基础理论,在掌握了一般的基本知识与基础理论以后,才能进一步研究在特殊条件下的生理学问题。由于医学院校中生理学教学时间有限,故目前只能限于一些基本内容。当然,这问题还可以讨论。

本次修订对全书各章都有一定程度的修改。中枢神经系统、感觉器官(分析器)和体温等章全部重写,排泄、内分泌等章亦有较大的改变。血液循环章因字数较多,故分成两章。为了便利读者进一步参考,还推荐了一部分参考书目。书尾并附中外(俄、英)文名词索引。

虽然经过了较长期的修订工作,但缺点还会一定很多,希望应用单位和广大读者们继续提出宝贵意见,共同搞好这一工作。

这次修订工作中蒙中国科学院刘育民、梁之安两同志为我们分担第五章的一部分编写,张香桐教授协助审阅第三章初稿,中国医学科学院李铭新教授参加第十五章的修订,上海第一医学院张镜如同志参加一部分编写,曹小定、程玠士两同志参加外文索引工作。我们对这些同志的热心帮助表示谢意!

编 者

1962·12

目 录

第一章 绪论		
徐丰彦(上海第一医学院)	1	
第一节 生理学的研究对象和任务	1	
第二节 生理学的研究方法	2	
第三节 生理学的发展简史	4	
第四节 机体的基本生理特征	6	
第五节 生理机能的整合与调节	7	
第二章 肌肉和神经		
赵以炳(北京大学)	10	
第一节 肌肉的收缩	10	
一、运动机能及其进化	10	
二、肌肉的分类、结构与神经支配	10	
三、肌肉的特性	12	
四、肌肉收缩的特征	13	
五、肌肉收缩的代谢	15	
第二节 神经的传导	21	
一、神经的结构和机能	21	
二、神经传导的一般特征	22	
三、神经传导的速度	22	
四、神经的相对不疲劳性	23	
五、神经的代谢	23	
第三节 神经肌肉的兴奋性与兴奋过程	24	
一、神经肌肉的兴奋性	24	
二、人体神经的电刺激效应	28	
三、神经肌肉的生物电现象	28	
四、兴奋由神经向肌肉的传递	35	
五、机能活动性的概念与开生态学说	36	
第三章 中枢神经系统		
徐丰彦 張鏡如(上海第一医学院)	39	
第一节 中枢神经系统生理概述	39	
第二节 反射	40	
一、反射弧	40	
二、反射的分类	41	
三、神经元间的联系与突触	42	
四、兴奋通过突触的机制	44	
五、反射弧中枢部分兴奋传导的特征	45	
六、中枢抑制	48	
七、反射活动的协调	50	
八、神经系统机能与控制论	52	
第三节 中枢神经系统皮层下各部位的机能	53	
一、脊髓	53	
二、延髓	57	
三、中脑	59	
四、小脑	60	
五、间脑	63	
六、纹状体-苍白球系统	66	
七、脑干网状结构的机能	68	
第四节 植物性神经系统	72	
一、交感和副交感神经的特征	72	
二、交感与副交感神经系统的机能	75	
三、情绪的生理反应	77	
第五节 大脑皮层的机能	79	
一、大脑皮层对躯体运动机能的调节	81	
二、大脑皮层对植物性机能的调节	84	
三、大脑皮层的分析综合机能	85	
四、大脑皮层和言语活动、记忆有关的代表区	87	
五、大脑皮层机能定位的相对性	88	
六、两侧大脑皮层机能的相关	89	
七、大脑皮层的电活动	89	
第四章 高级神经活动		
赵以炳(北京大学)	93	
第一节 条件反射的形成与一般特征	93	
一、自然条件反射与人工条件反射	93	
二、人工条件反射的建立及其条件	93	
三、条件反射的分类	94	
四、条件反射的神经机制	95	
五、条件反射的生物学意义	97	
第二节 大脑皮层的抑制过程	97	
一、非条件性抑制	98	
二、条件性抑制	99	
三、睡眠抑制	102	
四、皮层抑制过程的生物学意义	103	
第三节 皮层神经过程的活动规律	104	
一、皮层神经过程的运动	104	
二、皮层神经过程的相互诱导	105	

三、神經过程的运动与誘导的相互联系·····	106	第七节 前庭器官	
第四节 大脑皮层的分析与綜合活动·····	106	張鏡如(上海第一医学院) ·····	149
一、分析器·····	106	第八节 感觉系統的相互作用和中枢神經系統对感觉系統的控制·····	155
二、分析活动与綜合活动·····	108	第六章 血液	
三、皮层机能鑲嵌与动力定型·····	109	吳襄(大連医学院) ·····	157
第五节 高級神經活动的类型·····	110	第一节 机体的内环境和血液概述·····	157
皮层神經过程的特征与神經型·····	110	第二节 血液的化学組成和理化特性·····	158
第六节 皮层内脏生理学·····	111	第三节 血液总量·····	163
第七节 人类高級神經活动的特征·····	113	第四节 紅血球·····	165
一、第一信号系統与第二信号系統的概念·····	113	一、紅血球的形态、机能和数量·····	165
二、第二信号系統的形成与现实的抽象化·····	113	二、血紅蛋白·····	168
三、人类神經型的特征·····	114	三、紅血球的特性·····	169
第五章 感觉器官		四、紅血球的生成与破坏·····	171
閻德潤(沈阳医学院) ·····	116	五、紅血球量恒定的意义及其調节·····	173
第一节 感觉器官一般特征·····	116	六、血型·····	175
第二节 皮肤感觉器官·····	118	第五节 白血球和血小板·····	179
第三节 外部化学感受器·····	120	一、白血球·····	179
一、嗅感受器·····	120	二、血小板·····	184
二、味感受器·····	120	第六节 血液凝固·····	185
第四节 视觉		第七章 血液循环 (上)	
刘育民(中国科学院生理研究所) ·····	121	徐丰彦(上海第一医学院) ·····	191
一、眼球的結構·····	121	第一节 概述·····	191
二、物象的形成·····	124	第二节 心动周期·····	192
三、视觉現象·····	126	第三节 心肌的生理特性·····	194
四、視色素·····	129	第四节 心脏的生物电現象·····	198
五、视网膜的电現象·····	130	第五节 心脏的神經支配·····	204
六、色觉·····	133	第六节 心輸出量·····	206
七、眼球运动和双眼视觉·····	135	一、心搏頻率·····	207
第五节 听觉器官		二、心脏的射血·····	207
梁之安(中国科学院生理研究所) ·····	139	三、心輸出量的測定·····	209
一、听觉器官的結構与功能·····	139	四、影响心輸出量的因素·····	210
二、听觉的一般特点·····	141	第八章 血液循环 (下)	
三、声音刺激在听觉系統中所引起的电反应·····	143	徐丰彦(上海第一医学院) ·····	214
四、声音的頻率分析及听觉学說·····	144	第一节 血液力学的基本規律·····	214
五、声音的强度分析問題·····	146	第二节 动脉血流与血压·····	217
六、听觉分析中的時間因素問題·····	147	第三节 静脉血流与血压·····	222
七、声源的空間定位·····	148	第四节 循环系統机能的神經与体液調节·····	224
第六节 内感受器·····	148	一、血管舒縮神經·····	224
内脏感觉·····	148	二、血管运动中枢及血管运动反射·····	225
		三、血管运动的体液性調节·····	232

第五节 毛細血管、組織液与淋巴循环··	233	三、各种食物和某些葯物对胃液分泌	
一、毛細血管与微細循环·····	233	的作用·····	290
二、組織液与淋巴及其循环·····	236	四、胃的运动·····	291
第六节 器官循环·····	238	五、胃的排空及其机制·····	294
第七节 循环机能的适应性反应·····	242	六、呕吐·····	295
第九章 呼吸		第四节 小腸内的消化·····	296
徐丰彦(上海第一医学院) ·····	244	一、胰腺与胰液·····	296
第一节 呼吸运动·····	244	二、胰液分泌的調节·····	297
一、呼吸器官·····	244	三、各种食物和某些葯物对胰液分泌	
二、呼吸肌和胸廓的运动·····	245	的作用·····	299
三、呼吸时肺的运动和肺内与胸内压		四、胆汁的分泌和排出·····	299
力变化·····	247	五、胆囊的作用和胆囊运动·····	300
四、肺的容量变化·····	249	六、胆汁的分泌和排出的調节·····	301
五、肺的通气机能·····	251	七、小腸液·····	302
六、人工呼吸·····	253	八、小腸的运动·····	303
第二节 气体的交换及运输·····	254	第五节 大腸内的消化·····	304
一、肺泡与血液的气体交换·····	254	一、大腸的分泌物及細菌的活动·····	304
二、血液气体及其运输·····	257	二、大腸的运动·····	304
三、血液二氧化碳运输与血液酸硷平		三、腸管运动的調节·····	306
衡·····	261	四、食物残渣通过消化道的時間·····	306
四、組織呼吸·····	263	第六节 吸收·····	307
第三节 呼吸运动的調节·····	263	一、吸收过程概述·····	307
一、呼吸中枢·····	263	二、吸收的机制·····	308
二、肺感受器对呼吸的反射性調节·····	266	三、醣的吸收·····	309
三、血液化学成分对呼吸运动的調节		四、蛋白質的吸收·····	309
作用及其机制·····	267	五、脂肪的吸收·····	310
四、防禦性呼吸反射及其他内外感受		六、水分和无机盐的吸收·····	311
性呼吸反射·····	272	七、吸收机能的調节·····	312
五、大脑皮层对呼吸运动的調节·····	273	八、消化器官活动的完整性及其与机	
六、肌肉运动时呼吸的适应性反应·····	273	体其他机能的联系·····	313
第十章 消化和吸收		第十一章 新陈代谢	
王志均(北京医学院) ·····	276	吳襄(大連医学院)·····	315
第一节 消化生理概述·····	276	第一节 新陈代谢概述·····	315
第二节 口腔内的消化·····	279	第二节 物質代謝和肝脏机能·····	318
一、唾液腺与唾液·····	279	一、醣的代謝·····	318
二、唾液分泌的調节·····	281	二、蛋白質代謝·····	322
三、唾液腺机能对于各种食物和有害		三、脂肪代謝·····	325
物质的适应·····	282	四、肝脏机能綜述·····	327
四、咀嚼·····	283	第三节 能量代謝·····	328
五、吞咽·····	283	一、食物的热价及能量代謝測定法·····	328
第三节 胃内的消化·····	284	二、影响能量代謝的基本因素·····	330
一、胃与胃液·····	284	三、基础代謝·····	331
二、胃液分泌的調节·····	288	四、肌肉活动时的能量代謝·····	334

五、能量代謝的調节·····	337
六、营养物質的合理供給量·····	339
第十二章 体温調节	
閻德潤(沈阳医学院)·····	342
第一节 体温及其正常变动·····	342
第二节 产热和散热过程·····	344
一、产热过程·····	344
二、散热过程·····	344
第三节 汗的分泌·····	347
第四节 体温調节的机制·····	348
第五节 环境温度影响·····	350
第十三章 尿的排泄	
吳囊(大连医学院)·····	352
第一节 排泄生理概述·····	352
一、排泄的途径和排泄机能的进化·····	352
二、尿的特性和組成·····	352
三、腎排尿的生理意义·····	353
第二节 腎脏的机能·····	354
一、腎脏結構的特点·····	354
二、腎机能与尿生成过程·····	357
三、腎机能的調节·····	362
四、腎机能的測量——腎清除率·····	366
五、腎脏在水盐代謝中的作用·····	370
第三节 膀胱的排尿生理·····	373
第十四章 內分泌	
王志均(北京医学院)·····	377
第一节 內分泌生理概述·····	377
第二节 垂体·····	379
一、切除垂体的后果·····	380
二、垂体前部的激素及其作用·····	380
三、垂体前部活动的調节·····	382
四、垂体中間部的机能·····	383
五、神經垂体的激素及其作用·····	384
六、神經垂体活动的調节·····	385
第三节 甲状腺·····	386
一、甲状腺机能异常的實驗性和临床观察·····	386
二、甲状腺激素·····	387
三、甲状腺的机能·····	389
四、甲状腺活动的調节·····	390
第四节 腎上腺·····	391
一、腎上腺皮質·····	392
二、腎上腺皮質缺乏症·····	392

三、腎上腺皮質激素的化学和种类·····	393
四、腎上腺皮質的机能·····	394
五、腎上腺皮質活动的調节·····	397
六、腎上腺髓質·····	398
七、腎上腺髓質激素的化学和性質·····	399
八、腎上腺素和去甲腎上腺素的生理作用·····	399
九、腎上腺髓質活动的調节及其对机体的意义·····	401
第五节 胰島 ·····	402
一、胰島同糖尿病的关系·····	402
二、胰島素的来源和化学·····	402
三、胰島素的分泌异常·····	403
四、胰島素的生理作用·····	404
五、胰島素分泌的調节·····	406
六、胰島的第二个激素——胰高血糖素·····	407
第六节 甲状旁腺 ·····	407
一、甲状旁腺机能不足症·····	408
二、甲状旁腺激素的本質·····	409
三、甲状旁腺的机能·····	409
四、甲状旁腺活动的調节·····	411
第七节 松果腺 ·····	411
第十五章 生殖	
王志均(北京医学院) 李銘新 (中国医学科学院实验 医学研究所)·····	412
第一节 生殖生理概述·····	412
第二节 男性生殖器官的生理·····	412
一、睪丸的机能·····	412
二、睪丸活动的調节·····	414
三、男性附性器官的机能·····	414
第三节 女性生殖器官的生理·····	415
一、卵巢的机能·····	415
二、雌性生殖周期·····	417
三、卵巢活动的調节·····	421
第四节 受精、妊娠和授乳·····	422
一、受精·····	422
二、妊娠·····	423
三、乳腺与授乳·····	425
参考书目·····	427
中外名词索引·····	432

第一章 緒 論

第一节 生理学的研究对象和任务

生理学 是生物学中的一个部门，它以生物机体的机能为研究对象。生物机体的机能就是整个生物及其各个部分所表现的各种生命现象或生理作用，例如呼吸、循环、消化、肌肉运动等等。生理学的任务就是要研究这些生理机能发生的原理，发生的条件以及机体的内外环境中各种变化对这些生理机能的影响，从而掌握各种生理变化的规律。

生物学是研究自然界生物机体的规律的科学。生物学大致可分为两个研究范畴：其一是着重于研究生物结构特点的所谓**形态科学**，例如动物学、植物学、人体解剖学等，其二是着重于研究生物机能特点的所谓**机能科学**或**生理科学**，例如生物化学、生物物理学、生理学等。形态与机能乃是生物机体密切相关的两个大方面，生理机能以形态结构为基础，而形态结构又受机能的影响。例如肌肉因有可舒缩的蛋白质作为它的结构基础，所以有运动的机能。动物的运动机能是以肌肉的这种特殊物质结构为基础的。人身骨骼肌肉必须经常运动锻炼方可促进肌肉结构的正常发育，反之，如果肌肉长期不活动就要萎缩退化，丧失肌肉的特殊形态。所以运动机能又影响着肌肉物质结构的变化发展。

生物有多种多样，因此研究生物机体机能的生理学也随着研究问题的深入细致而分成越来越多的分枝。专门研究植物的生理特点者称为**植物生理学**，专门研究动物的生理特点者称为**动物生理学**，不动植物机体而专门研究生物细胞生理活动的基本物理和化学特点者称为**普通生理学**。此外，还可以按照研究对象或范围的不同而有更细致的分科。本书所指的生理学主要是有关人体各器官的正常生理机能的各种规律，因此也称为**正常生理学**，以区别于**病理生理学**，后者研究人体疾病过程发生发展的种种规律。

生理学与医学的关系 生理学知识的发展与医学的发展有密切联系。人们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机能的许多知识，更通过对于人体和一般动物的实验研究，进一步深入探索这些生理机能的内在机制和相互关系，遂形成关于人体和动物机体机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，所以生理学对于医学具有指导意义。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科学。

生理学研究的不同水平 在研究生命现象的原理时，需要从各个不同角度或不同水平提出问题，加以研究。一般说来，生理学研究可以分成下列三个水平。

第一个方面是关于生命现象的最基本物理化学机制的研究。生理活动的物质基础乃是生物机体，构成机体的是各种器官和组织，而最基本的构造单位则是各种细胞。每一器官的机能都与组成该器官的细胞的生理特性分不开：肌肉的机能与肌肉细胞的生理特性分不开，腺体的机能与腺细胞的生理特性分不开，等等。而细胞的生理特性归根到底都决定于构成细胞的各个物质的物理化学特性。细胞的活动实质上乃是细胞的一系列的、不断发展运动着的物理化学变化过程。例如心脏之所以能够搏动，首先由于心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排列方式，在离子的变化和酶的作用下

排列方式发生变化,发生缩短或伸展的活动。因此心脏肌肉收缩活动的基本道理是由于一系列的物理化学变化。深入这一类型的研究,可以阐明生理活动的最基本物质基础。这类研究的对象是细胞和它所含的物质分子,可称为分子和细胞水平的研究。这方面的知识称为普通生理学或细胞生理学。

第二方面是关于机体内各器官的机能的研究。这方面的研究着重说明这器官对于机体来说有何作用,它是怎样进行活动的,它的活动受到哪些因素的控制,等等。例如我们进行对心脏搏动的研究时,研究搏动从心脏的什么部位开始,心脏各部分的活动如何彼此协同起来,哪些因素可以影响心脏搏动的频率和力量等问题。这些问题不能从心肌或蛋白质分子的研究中得到直接回答,而是要对完整的心脏进行观察研究才能阐明的。从这些研究,生理学者总结出关于心脏搏动的规律。这种研究是以器官为对象的,可称为器官水平的研究,这方面的知识也有人称为器官生理学。

第三方面是关于机体内各器官的相互联系和相互影响以及机体与环境之间的相互联系和相互影响的研究。由于人体生理学的研究对象是人的机体,整个人体的生理活动决不仅仅等于心、肺、肾等等器官生理机能的简单总和而是在各种生理机能之间体现着彼此互相联系互相制约的完整而协调的过程。人的生理活动还具有种族与个体特点,并且随着个体生活条件的变异而不断变化发展着。机体内的这种联系制约、变化发展的规律也是必须加以研究的。例如上述心的搏动现象,在完整人体内心脏搏动的频率和力量就要受到体内体外环境条件,人体的健康情况以及劳动、情绪等等因素的影响。人的疾病、体育锻炼等等也能在一定程度上逐渐改变心脏的结构和功能。对于医师来说,这都是非常必要的知识。在这里,研究的对象乃是整个机体,可称之为整体水平的研究。

由此可知,生理现象虽然以细胞的理化变化为基础,并服从于物理学和化学的规律,但生理学毕竟不等同于物理学和化学,因为它既有分子和细胞水平的研究问题和科学规律,还有器官水平和整体水平的研究问题和科学规律。欲比较透彻地理解某一生理现象的机制,也必须要从分子与细胞水平、器官水平和整体水平三个方面加以研究。而对于人体生理学的实际应用来说,前两者的知识都是为了最后能更深刻地掌握完整机体生命活动的规律,从而为医学实践服务。本书内容主要是从器官水平和整体水平阐述生理机能,但在一些基本问题上也介绍关于细胞和分子水平上的现代知识。

第二节 生理学的研究方法

从上节所介绍的内容,可知生理学知识必须来自对生命现象的客观观察和实验。所谓观察,就是如实地把自然界的客观现象记录下来,并加以概括或统计,做出结论。例如我们欲知道一般健康成年人心搏的频率,可以在一大群健康成年人中进行调查研究,计数每一人在安静状态下每分钟心搏次数。积累数千百人的观察记录,加以统计分析,得到平均值为每分钟心搏若干次,于是做出结论说,健康成年人安静时心搏频率大致平均为每分钟若干次。

所谓实验是要人工地创造条件,使平时不能观察到的某种隐蔽的或微细的生理变化能够被观察,或某种生理变化的因果关系能够被认识。绝大多数的生理学问题都需要用这类方法进行研究。因而在生理学的研究中,主要的方法是实验方法。但在实验过程中,往往会给机体带来一定的损害,甚或危及生命,因此生理实验材料主要用动物,只有不影

响健康的情况下,才允许在人体上进行实验。

人类的许多特殊生理机能与动物的有质的区别,但动物的尤其是哺乳类动物机体内一些基本生理机能原则上与人类的却没有根本上的不同,因此在恰当地估计人与动物的区别的条件下,一些动物实验的资料在一定程度上可以帮助对人体基本生理功能的理解。

动物实验方法 生理学所用动物实验方法,归纳起来不外急性和慢性两种。**急性实验方法**又可分为离体器官实验法和活体解剖实验法。

离体器官实验法 从活着或刚死去的动物身上取下所欲研究的器官,置于一人工环境下,设法在短时间内保持它的生理机能,并对之进行研究。例如生理学者欲研究心脏肌肉本身的基本生理特性时就取离体心肌为对象,欲研究神经本身的电活动时就取离体神经为对象。

活体解剖实验法 在动物失去知觉(麻醉,或毁坏大脑)的情况下,进行活体解剖,暴露所欲观察的器官组织,进行实验。例如生理学者欲研究迷走神经对心脏的作用时,就可用活体解剖方法暴露动物的迷走神经和心脏,并用电流刺激迷走神经,观察心搏起什么变化。以上这两种实验过程不能持久,实验后动物不能生存,故常被称为**急性实验法**。此方法的优点在于实验对象简单,不在研究范围之内的许多其他条件一般都在人工控制之下,有可能对所要研究的对象进行直接的观察和细致的研究,为进一步全面了解整体生理提供了基本知识。

慢性实验法 以完整的活的机体为对象,并在它同外界环境保持比较自然的关系的情况下进行实验,以观察体内某一生理机能。在这种实验中,也应该保持动物体内外的环境条件尽可能稳定,以便单独研究某一项特殊条件下的生理机能。有时还必须预先进行无菌外科手术,在不损害机体完整的前提下,把所研究的器官露出体外,或导向体外,以便直接从外面观察。由于这种动物可以长期进行实验,故此方法称为慢性实验法。例如巴甫洛夫在唾液分泌反射实验中,预先用手术把动物的唾液腺导管开口移植到颊部皮肤,以便从外面直接收集分泌出来的唾液。在动物手术创伤恢复以后,就可对之进行研究(例如观察动物在吃一定量的某种食物时的唾液分泌过程和分泌量),从而研究在各种条件下完整清醒机体的唾液分泌规律。这就是慢性实验的例子。

巴甫洛夫把急性实验方法称之为“分析的实验方法”,把慢性实验方法称之为“综合的实验方法”。因为离体器官和活体解剖方法都只能孤立地研究某一特定的生理学现象,而这器官既然是离体的,或这动物既然是在麻醉状态下的,那末所观察到的现象只能算是从完整生理现象中分析出来的某一特殊方面,而慢性动物实验则可以同时观察到体内各种机能的正常活动,比较更符合于整体的真正实际情况。

各种实验方法都有它的优点和它的特殊目的。实验方法是为特殊的目的而设计的,任何一个方法既善于发现某一特殊现象,同时却不能发现另一方面的现象,因此每一方法都有它的局限性。很显然,在上述例子中,离体器官实验方法不能用来阐明完整机体内心脏活动规律,而慢性实验法也不能用来研究心脏肌肉本身的基本生理特征。生理学工作者必须按照研究目的,选择实验方法,同时也要了解所用方法的局限性,以便对实验结果做出正确的估价。

在每一生理实验中,为了要观察或发现某一生理活动,必须应用一定的机械的、光学

的,电学的或者是化学的工具,因此工具的好坏与实验结果的正确与否分不开,工具的进步必然也会促进实验研究的发展。上世纪以来,生理学实验工具有了不断的改进。每当其他自然科学技术有了新的发展时,生理学者即迅速地将其引用到自己的实验工作中去,借以发现许多新的事实。举例来说,上世纪生理学者利用当时的机械工业技术成就创造了记纹器,这才在历史上第一次有可能将许多机械的生理变化如肌肉收缩、血压波动等具体过程记录在纸上,以利于分析研究。一个世纪以来,记纹器成为世界上每一个生理实验室的必要设备。近代电子学技术的发展和在生理学实验上的应用,使生理学者有可能把生理过程中更迅速更微细的机械变化、电变化、温度变化以至声音变化等更准确地记录在纸上,从而大大地扩展和提高了生理学实验研究,并开辟了“电生理学”这一新的领域。在一些方面电子学记录器具已代替了记纹器而成为现代生理实验室的必要设备。由此可知,生理学的发展与其他科学技术的发展是分不开的。

第三节 生理学的发展简史

古代关于人体生理的知识 关于人体生理的知识,最初是随着生产和医疗实践而逐渐积累起来的。这无论在我国或外国都是如此。早在公元前二世纪(秦末汉初)出现的“黄帝内经”(包括素问和灵枢经)一书是祖国古代医疗实践经验的理论总结。从这部经典著作可以看到我们的祖先对于人体疾病成因和防治原则等各方面早就具有自己的一套理论体系。祖国医学的最根本指导思想是古代的阴阳五行学说。它以朴素的唯物主义哲学和自发的辩证观点来说明各种自然现象。人体生命现象既然是自然现象的一部分,当然也不能例外,那就是说人体是一个矛盾统一体,各部分之间是密切联系、相互作用和相互影响着的。祖国医学中“脏象”的概念把内脏器官分为“脏”和“腑”两大类,并把脏腑类比于五行,企图说明它们之间的相互关系。经络学说则是用来表明脏腑之间、脏腑与体表之间以及机体与外环境之间的联系道路的一种假设。人和自然界之间的关系,也是矛盾而统一的,人体生命不断地受自然界因素(如气候条件等)的影响,而人体本身体质的增强又能抵抗自然界不良因素的侵袭,经常保持着健康。因此在同疾病作斗争时,就不仅要注意去掉外来的致病因素(驱邪),还更要强调增强病人本身的体质(扶正)。如果人体的生理活动不能与周围环境保持适应,则正常的生理活动就不能进行,甚而导致死亡。

祖国医学除重视个人与环境间的相互作用外,还强调精神因素的重要性。内经说“怒伤肝,喜伤心,思伤脾,忧伤肺,恐伤肾”,这就意味着感情意志对人体生理机能的影响。

在其他国家,早期对人体生理的知识也有不少重要的贡献,且有一些自发的唯物主义思想的萌芽。古罗马名医盖伦(C. Galen, 公元后 130~200 年)曾从人体解剖的知识来推论生理机能,并曾进行过初步的动物活体解剖,对医学贡献很大。十六世纪著名解剖学家维萨利(A. Vesalius, 1514~1564)的著作“人体的构造”问世以后,人体解剖生理的知识才重新获得发展。在中世纪,亚洲的阿拉伯民族出现了灿烂的文化。塔吉克学者阿维森纳(Avicenna, 980~1037)所著的“医典”中,也包括了丰富的生理知识。

近代生理学在西欧和俄罗斯的发展 生理学真正地成为一门实验的科学乃是从十七世纪开始的。1628 年英国名医威廉·哈维(William Harvey, 1578~1657)所著的“心与血的运动”一书出版,是历史上第一次出现有明确实验证据的生理学著作。哈维证明了血液循环的途径,并指出心脏是循环系统的中心。他的结论是在好几种动物身上应用活体

解剖法通过多次实验而获得的。他的功绩不仅在于提供了血液循环的基本规律,更重要的是在于提供了近代生理学的活体解剖实验法。

在十七、十八世纪中,显微镜的发明和物理学、化学的迅速进步,都给生理学的发展准备了良好条件。意大利学者马尔庇奇(M. Malpighi, 1628~1694)应用显微镜发现了毛细血管是联系动脉与静脉之间的结构,具体地证实了哈维对循环系统结构的推论。法国哲学家和科学家笛卡儿(R. Descartes, 1596~1650)根据异物碰到角膜即引起眨眼等现象,首先提出了反射的概念,认为动物的活动都是对于外界一定刺激的反映,犹如光投到镜子上被反射出来一样。这种说法,现在看来虽然是机械的,但在当时却是具有唯物观点的进步思想,并对以后神经系统生理学的发展提出了方向。俄国科学家罗蒙诺索夫(M. B. Ломоносов, 1711~1765)所首创的物质守恒与能量守恒及转化定律,以及后来法国化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier, 1743~1794)关于燃烧和呼吸原理的阐明,给机体新陈代谢的研究奠定了基础。意大利学者伽尔佛尼(L. Galvani, 1737~1798)发现生物组织的电活动,从此开始了生理学中另一基本问题,即关于生物电现象及其本质问题的研究。

到了十九世纪,随着其他自然科学的迅速发展,生理学实验研究也大量开展,累积了大量的有关各个器官生理机能的知识。例如德国学者繆勒(J. Müller, 1801~1858)和黑尔姆霍兹(H. Von Helmholtz 1821~1894)关于感觉器官的研究,杜波依·雷蒙(E. Du Bois-Reymond, 1818~1896)关于肌肉神经的研究,卢德微希(K. Ludwig, 1816~1895)关于循环、排泄等的研究,法国学者克劳德·伯尔纳(Claude Bernard, 1813~1878)关于糖代谢和机体“内环境”等的研究,以及后来英国学者谢灵顿(C. S. Sherrington, 1857~1952)关于中枢神经系统低级部位反射机能的研究等等。他们对于机体内各种比较简单的生理机能提供了不少宝贵资料,但却未能科学地研究与说明完整动物的行为和人类精神活动的生理基础,也就是说,未能对动物界最复杂的生命活动进行生理学的研究。

在十九世纪中叶,俄罗斯的生理学在许多革命民主主义者的唯物主义思潮影响下,强调外界环境对于生活机体所起的决定性作用。在这时期中,生理学家谢切诺夫(И. М. Сеченов, 1829~1905)根据他对中枢神经系统生理学的研究,于1863年发表了有名的著作“脑的反射”,将反射概念应用于脑的活动,认为脑的活动实质上也是反射活动。巴甫洛夫(Иван Петрович Павлов, 1849~1936)在谢切诺夫思想的直接影响下,集中地研究了大脑皮层的生理学,创立了高级神经活动学说。他对过去生理学上一向认为无法解决的所谓精神活动问题提供了具体的实验研究方法,并总结出一系列关于高级神经活动的基本理论。

中国现代生理学的发展 现代生理学在我国已有数十年的历史,它的发展是同我国经济基础的变化密切联系着的。在初期阶段仅有少数回国的留学生从事少量的生理学研究。1926年成立了中国生理学会,随后开始出版中国生理学杂志,发表生理学实验研究论文。对于生理科学(其中包括生理学、生物化学、药理学等)在我国的发展起了一定的推动作用。从这杂志所发表的论文中反映出当时研究课题涉及生理学理论的许多方面,但比较集中于胃液分泌、物质代谢、神经肌肉等问题上,在学术上做出了一定的贡献。但由于当时半封建半殖民地的社会条件所限以及医药卫生事业的落后状态,我国生理学工作的发展与提高是很慢的。新中国成立以后,在党的领导下,生理学教学与研究基地大

大扩充,队伍迅速壮大,研究问题的范围也更加扩大了,用外文出版的生理学杂志改变成为用我国文字出版的生理学报。从1958年开始的大跃进形势,鼓舞了生理学工作者遵循着理论联系实际的原则,生理学理论研究的目性更加明确起来了。全国各研究基地所研究的问题除已有基础的各种项目外,还有高级神经活动、中枢神经系统的电生理、感受器生理、高温与低体温生理、劳动生理、运动生理、高空生理等等过去比较薄弱的部门都已开始进行研究,为生理学在我国的全面发展与提高创造条件。

第四节 机体的基本生理特征

在系统地叙述生理学之前,有必要先介绍动物机体所共有的一些基本生理特征,因为人体和一切动物的生命活动,都是以这些基本特征为基础的。

新陈代谢 活的机体一方面不断地摄取外界的物质,以构成它自己的组织和转变为能量的储备;同时又不断地分解它自己的组织和能量储备以释放能量,并把分解后的尾产物排出体外。由于任何物质都含有潜在的能量,物质分解的时候总伴有能量的释放,而物质的合成则必须供给以能量。因此,新陈代谢的过程包括着:(1)机体同外界的物质交换和能量交换,(2)机体内部的物质转变和能量转移。新陈代谢的存在,乃是有生命的物质同无生命的物体的根本区别之点,也就是生命的物质基础。各种生命活动所需的能量都是由新陈代谢所释放的能量所供给的。新陈代谢一旦停止,机体也就死亡。

新陈代谢固然是一切生物机体所共有的特征,但是在不同的机体、以及同一机体在不同情况下,其代谢过程都各有其特点,故必须分别加以研究。关于人体的代谢过程,生物化学书中已有详细阐述,本书也将有专章作重点讨论。

兴奋性 当机体的周围环境发生变化时,常引起机体内部代谢过程的改变以及外表活动的改变,这表示机体能对于环境的变化发生反应。这种反应对于机体的生存是有重大意义的。例如人体在炎热时则出汗,在飞虫入眼时则眨眼,这些都是人体的反应。但环境中并不是任何一个变化都能够引起机体反应的,只有那些被机体所能感受的变化才有可能引起反应。这种能被机体所感受而引起机体发生一定反应的环境变化,叫做刺激,例如皮肤能感受温度刺激,眼球则能感受机械接触的刺激。在生理学上,刺激与反应乃是一对密切联系的概念,即由于刺激的作用,机体才发生反应;而机体的反应都是由某种刺激所引起的。机体对刺激起反应的这种能力有人称之为**应激性**(Раздражимость)。

机体组织在接受刺激而发生反应时,其表现可以有两种形式:一种是由安静而变为活动,或由活动弱而变为活动强;又一种是活动减弱或变为相对的静止。前一种反应称为**兴奋**,后一种反应称为**抑制**。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,抑制反应必须以兴奋反应为前提,死的物体既不能发生兴奋也无所谓抑制反应。因此**机体最基本的反应形式是兴奋**。能够发生兴奋的特性就称为**兴奋性**。活的机体具有兴奋性,它经常在接受体内外环境一定程度的刺激,因而总是处在一定程度的兴奋过程中。在这背景上,体内体外的某些变化可以使它更兴奋,而另一些变化则可以使它**兴奋减弱**或不易兴奋(抑制)。

兴奋与兴奋性是生理学上重要的概念。活的组织都有兴奋性,但体内表现兴奋性最突出的组织则是**神经组织和肌肉组织**,它们可在较微弱的刺激之下发生迅速而明显的反应,肌肉的反应是收缩,神经的反应是发生神经冲动。这种兴奋的一系列特征可以用物

理学方法加以精确研究。现在对于肌肉和神经的兴奋和兴奋性已积累了丰富的知识。这将在肌肉神经和中枢神经系统等章加以介绍。

至于其他一些活动性较少的组织,如结缔组织、血细胞等对刺激的反应形式主要是在生长发育速度方面,是比较缓慢的过程。例如在氧的供应不足时骨髓红血细胞的增生就要加速,这说明骨髓造血组织也能对氧供应不足的刺激起反应,因此,它与肌肉神经的兴奋并没有原则上的区别。但骨髓细胞的反应形式毕竟与神经和肌肉的不相同,它的反应规律也还没有仔细研究过。因此我们也不应把肌肉神经的兴奋与兴奋性的具体规律应用在其他一切组织上。

适应性 一般说来,机体对于内外环境变化的种种反应都具有适应性,换言之,能够使机体在这变化中仍然保持自己的生存,克服由于这样变化所产生的危害。例如在上述的例子中,人体在炎热环境中,皮肤的汗腺即开始分泌汗液,汗的蒸发能降低皮肤温度,有利于将体内温度向环境消散出去以防止体温的上升,保持体温的相对稳定。飞虫入眼时的眨眼动作则有保护眼球的意義。其他各种各样的生理反应,主要都可以归纳为保持机体的正常生存和保护机体不受侵害这两大类型(此外还有一些反应则有关于延绵种族)。

适应性是在动物进化中发展起来的,并随着动物的进化而越来越完善。上述保持体温的反应,是在高等动物才具有的。低等动物的体温随着环境温度而变异。由于新陈代谢化学反应速度依存于温度,所以低等动物在冬季代谢率低,生理活动迟钝,只能蛰伏或冬眠,夏季代谢率高,生理活动旺盛。但在鸟类和哺乳类动物,由于能对外界温度变化发生适应性反应,故能经常保持体温相对稳定,为生理活动的正常进行提供更多的保证。人类由于能从事社会劳动,已不仅单纯依靠生理反应来被动地适应环境,并且还能通过自己的劳动,主动地改造自然环境使之适应于自己的生理要求,这是更高一级的适应。但这种适应作用属于社会活动范畴,不在生理学讨论之范围内。

第五节 生理机能的整合与调节

机体机能的完整统一性 机体由各种不同类型的细胞组织和器官所组成,进行着各种不同种类的活动,但这些活动并不是彼此独立,互不相关,而是在空间上和时间上严密地组织起来作为一个完整机体而生活和活动着的。组织起来,互相配合,互相协同,作为一个完整机体,这在生理学的术语上称为“整合”(Integration)。动物机体是一个整合起来的完整统一机体,体内各种生理机能和各种生理过程彼此互相联系,互相制约,这称为机体机能的完整统一性。

例如人体在肌肉运动时,各个肌肉的活动彼此精确协调,所以能完成一有意义的动作。在运动时,除骨骼肌肉以外,其他器官的生理机能也与肌肉运动相配合,例如呼吸运动加强以便吸收更多的氧和排出更多的二氧化碳,心搏加强加快以便加速血液循环,输送更多的代谢原料以供给肌肉新陈代谢的需要,皮肤汗腺分泌活动也亢进,以便消散过多的热量以维持体温的相对稳定,但消化器官的活动则暂时受到抑制,以节约这一方面的能量消耗。以上种种生理变化都是有利于肌肉运动的进行的。换言之,全身许多生理活动都整合起来,统一在肌肉运动这一总的行动之内。

机体与环境的统一性 不独机体内部各机能之间彼此互相联系,互相影响,机体与外界环境也互相联系,互相影响。在一般动物来说,主要是指着外界环境能对动物机体发生影响。因为机体生活在环境之中,它不能离开环境而单独存在,环境的变化必然反映到机

体内部的生理机能而引起后者的适应性反应。到了人类，除自然环境能对他的生理机能发生影响外，由于他还生活在社会环境之中，所以社会环境也同样能影响人体的生理机能。此外由于人类能用他的劳动改造环境，因此也体现人类生理活动对环境的影响。机体与环境的这种密切关系称为机体与环境的统一性。

机体机能的神经与体液调节 机体机能之所以能够互相配合，对各种不同的刺激发生适应性的反应，以维持身体内部的正常状态(如发汗以维持体温)或保护自己使不受外来的侵害(如眨眼反应)，这是因为机体能对各个部分的生理机能进行调节。例如机体能调节汗腺的分泌机能，使它适应于保持体温的需要，能调节心脏的搏动，使它适应于血液循环的需要，能调节各个肌肉细胞的收缩与舒张，使它适应于完成有意义的肌肉运动。

机体对各器官组织的调节作用通过两种形式，即神经调节和体液调节。神经调节的基本过程是反射过程。反射的结构基础称为反射弧，包括五个基本环节：感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器。感受器是接受刺激的器官，效应器是产生反应的器官；中枢位置在中枢神经系统——脑和脊髓中(脑和脊髓中存在着各种反射的中枢)；传入和传出神经则是将中枢神经系统与感受器和效应器联系起来的道路。例如异物接触眼球时所发生的眨眼反应，即是一种很简单的反射动作，称为眨眼反射。异物刺激了眼球的角膜或结膜，这里的感受器发生了兴奋，支配感受器的传入神经也发生了兴奋，并把兴奋传入控制眨眼动作的神经中枢，中枢发生了兴奋，于是兴奋乃从传出神经传到眼睑肌肉，这肌肉就是眨眼反射的效应器，发生了收缩的效应，结果是眼睑闭合，保护眼球不受损害。这便是眨眼反射的基本过程。温热时的发汗，进行肌肉运动时肌肉的协调活动和心搏的改变等等反应，基本上都是反射动作，这在以后各章将会详细叙述。

反射概念意味着加于机体的某种刺激必然会引起某种反应，刺激与反应之间具有必然的联系，这联系的结构基础则是神经系统。神经系统是控制和协调机体各器官组织的中心环节。神经系统不健全时反射就不出现或发生扰乱。

巴甫洛夫进一步将反射分成非条件反射与条件反射两个类型。非条件反射是先天遗传的，同一种类动物的任何个体都会发生的，是一种较低级的神经活动。上述眨眼反射就是一种简单的非条件反射。条件反射则是后天获得的，是动物在它的生活过程中按照它的生活条件而建立起来的，是一种高级神经活动。例如动物不但对于坠落在眼内的异物刺激发生眨眼反应，以后即使是飞虫向眼前飞来，在没有接触角膜以前就已眨眼，这就是条件反射。对于动物来说，后一种反射更具有适应性意义。(但非条件反射与条件反射有共同的特征，即一定的反应是由一定的刺激所引起，并且通过中枢神经系统的机能来完成。)

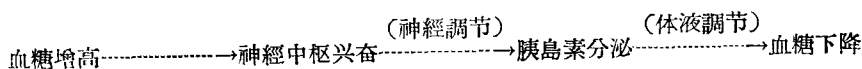
体液调节指着机体某些细胞产生某些特殊的化学物质，借助于血液循环的运输，到达全身各器官组织，从而引起这器官组织的某些特殊的反应。许多内分泌腺所分泌的各种激素，就是借体液循环的道路对机体的机能进行调节的。例如胰岛所分泌的胰岛素能影响组织细胞的糖与脂肪的新陈代谢，有降低血糖浓度的作用。人体血糖浓度之所以能保持相对稳定，主要依靠这种体液调节。

神经调节的特点是迅速而精确。例如眨眼反射，从刺激开始到反应完成不过占几分之一秒钟，并且刺激角膜主要是引起眨眼反应而不引起其他器官的反应。体液调节的特点是传递速度缓慢，激素在血液中的运输速度远远不及神经冲动的传导速度，受影响的部

位较广泛,作用比较持久。例如胰岛素就能对身体的几乎所有组织细胞的糖与脂肪代谢起作用。注射一次胰岛素后,要经过1~3小时血糖水平方才降到最低值,经过6~8小时方始恢复到原来的水平。假如机体的胰岛腺持续分泌一定量的胰岛素,则可以经常将血糖维持在一较低的水平上。因此体液调节适宜于调节持续性的、缓慢的生理过程,特别是有关机体的新陈代谢、生长和发育过程。

(机体的生理机能既包括新陈代谢、生长和发育,又包括对各种刺激的迅速反应,因此机体机能的调节既有体液调节的一面,又有神经调节的一面。)

(但体液调节与神经调节两过程也并不是绝对可以分开的。有许多生理机能既受神经调节又受体液调节,两者互相补充。还有某些生理过程,直接受体液调节,间接受神经调节。)上述的血糖水平的调节就是这样。因为胰岛细胞本身的活动受到神经调节。任何时,如体内血糖浓度过高,就要引起(管理胰岛分泌的)神经中枢兴奋,通过神经道路刺激胰岛腺分泌胰岛素,胰岛素则通过体液方式降低血糖水平。此过程可简括如下图:



因此,有人认为这一类型的调节机制应该称为神经-体液调节机制。

概括以上所述,机体机能调节的机制有二:神经调节和体液调节。但由于各种机能都直接或间接受到神经调节,越到高等动物,高级神经活动就越复杂,神经系统的机能越重要,所以神经调节是比较最重要的调节机制,处于主导地位。

自动调节和反馈概念 神经或体液因素对生理机能的调节过程,并不是一个单纯的过程——简单地由传出神经向效应器官传出兴奋,或由内分泌腺分泌出激素就算完结,还必须能使受调节的器官发生最适当的反应,在时间上、空间上或力量的大小上精确适合于需要。事实上,机体的许多调节作用都表现所谓“自动调节”现象,作为保证调节的精确性的重要机制之一。自动调节意味着生理过程自己调节自己,这可用下列两例加以说明。

上文说过血糖过高时引起胰岛细胞分泌,而胰岛素分泌的结果则是血糖降低,引起胰岛细胞分泌的原因就没有了,于是胰岛细胞不再分泌,血糖不再降低,甚至于血糖又重复升高,但血糖升高则胰岛细胞又要分泌。如是循环往复把血糖水平维持在比较稳定的水平上。这是最简单的自动调节。

人在将手举起时,首先由传出神经引起手臂肌肉收缩,肌肉收缩时肌肉内的感受器发生兴奋,传入神经把兴奋传入神经中枢,也就是把肌肉收缩的实际情况“报告”给中枢。中枢根据“报告”,又通过传出神经校正收缩的强度。如是循环往复,最后使手臂上举的力量和程度完全适应于需要。在这例之中,肌肉收缩所产生的结果反过来成为调节肌肉收缩的原因,由传入神经带回到管理肌肉收缩的神经中枢,校正它的工作,称为“反馈”。关于自动调节和反馈现象,在以后各章有更多的叙述。

根据本节所述,完整机体各个生理机能密切互相配合,经常保持体内机能的相对稳定性,并且对外环境进行适应性的反应。机体对于各种生理机能的调节主要依靠神经系统的反射性调节机制,但体液性调节机制则对于新陈代谢生长发育过程的调节起重要作用。许多生理机能的神经性和体液性调节机制都表现反馈和自动调节现象,这对于保证生理机能的稳定性和精确性具有重要意义。