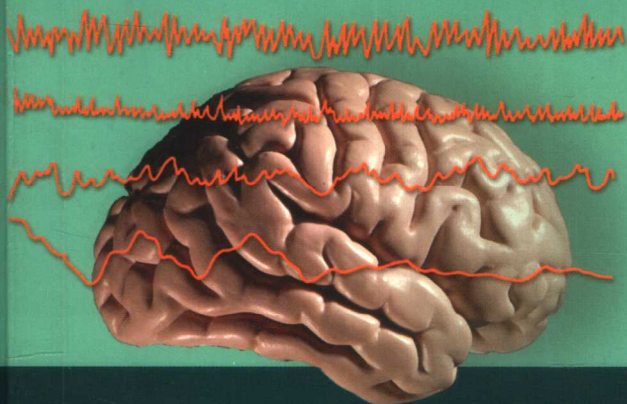




北京市高等教育精品教材立项项目



高等学校教材

动物生理学

(第三版)

陈守良 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

高等学校教材

动物生理学

(第三版)

陈守良 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书以人和哺乳动物器官生理学为主干,注意介绍生理学的基本理论问题,不同进化水平、不同生活环境中动物生理机能的差异,以及某些重要问题的提出和解决的过程,以启发学生的思想,帮助他们学习生理学的研究方法。本书第一版于1985年由高等教育出版社出版,第二版经全面修订1996年由北京大学出版社出版。现再次修订,并新增人体的免疫机能和人类的生殖机能两章,全书共16章,插图丰富,文字流畅,便于自学。本书可作综合大学生物学系基础课动物生理学课程及师范大学生物学系人体及动物生理学课程的教材,也可供医药、农牧院校师生及有关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

动物生理学/陈守良编著. —3版. —北京:北京大学出版社,2005.4
ISBN 7-301-08820-5

I. 动… II. 陈… III. 动物学:生理学 IV. Q4

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第020555号

书 名: 动物生理学

著作责任者: 陈守良 编著

责任编辑: 李宝屏

标准书号: ISBN 7-301-08820-5/Q·0100

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752038

排 版 者: 兴盛达激光照排中心 82715400

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 27印张 685千字

2005年4月第3版 2006年7月第2次印刷

定 价: 37.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究 举报电话:010-62752024

电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

谨以本书纪念我们的导师
清华大学北京大学生理学教授

赵以炳先生

(1909~1987)

第三版前言

在《动物生理学》(第一版)出版 19 年之后再来修订第三版,很自然地想起当年指导我编写这本书的赵以炳先生(1909~1987)。今年(2004)是赵以炳先生诞辰 95 周年。赵先生已经离开我们 17 年了,但是他的风范,他的教诲却长留在我们的心中。

北京大学生理学的教学传统是我们的老师赵以炳先生建立起来的。

从 1935 年赵先生回国到 1966 年“文革”爆发,赵先生先后在清华大学、北京大学(1952 年以后)主讲生理学 30 年。20 世纪 40 年代他在清华大学讲生理学时就形成了他自己的教学系统。1952 年以后全面学习苏联多年,全国生理学课程几乎成了一个模式。到了 20 世纪 60 年代赵先生注意吸收世界各国的教学经验,主持翻译了美国生理学名著《何威氏生理学教科书(第 18 版)》(又名《医学生理学和生物物理学》)。全书约 140 万字,23 位生理学教师参加翻译,由于“文革”的干扰,直到 1978 年才全部出版。同时,他研究综合大学生理学教学的改革,着手编写新的教材。赵先生根据高等教育部教学改革的要求编写了《人体及动物生理学》;此外,他还翻译了一本动物生理学名著,施密特-尼尔森(Schmidt-Nielsen)编著的《动物生理学》。这两本书都已完稿并交付出版社,都因“文革”而报废。

十年动乱之后,赵以炳先生虽然健康情况不佳,仍然关心生理学教学的改革,他进一步研究了国际生理学发展的动向^①,结合他几十年的经验提出了改革综合大学理科生理学教学的建议^②。

赵以炳先生认为综合大学生物学系的培养目标是生物科学的研究人材,学生毕业后从事生物科学的研究、教学和有关的科技工作。因此作为生物学系基础课的生理学自然应根据这个培养目标取舍教学内容,为实现这个目标服务。然而长期以来理科生理学以医科生理学教材为蓝本,基本上照抄医科生理学的内容,这样的课程内容不能适应培养生物科学研究人材的需要。理科生理学应比人体生理学的内容和范围更扩大一些,要包括不同动物的丰富又多样化的机能活动,而不应是医学生理学的浓缩。理科生理学应更着重于讲授一般生命现象的机制和普遍规律,例如膜的结构与机能特性、物质的主动转运、生物电的生成等等。因此他建议在传统的器官生理学的基础上删除繁琐,突出重点,增加比较生理学和细胞生理学的内容,把三方面的内容有机地结合起来,组成新的系统。可以考虑以几种主要生理机能为线索,精选材料,阐述生理活动的机制和规律,帮助学生了解生物学的观点和进化发展的观点。

赵以炳先生还指出理科生理学是生理学方面的基础课,是生物学系各专业的共同必修课,不是生理学专业专业课程,更不是研究生课程,不要讲得过深过细,超出了基础课的要求。他还提出理科生理学也不是应用生理学,不能要求这门课程深入联系医、农、牧、渔和体育国防等方面的实践。

20 世纪 80 年代以来,我根据赵以炳先生的这些意见,调整教学内容,拓宽视野,加强基本

^① 赵以炳,生理学发展的动向,生物学通报,1981(1),35~38

^② 赵以炳等,关于改进理科生理学基础课的建议,生理科学进展,1980,11(1),86~87

理论的教学,收到了一定的效果。这本书就是实行这些建议的一次尝试。

根据赵以炳先生一贯的倡导,本书还注意以下两点:

1. 通过实验论证理论,使学生不但知其然,还要知其所以然。

理工大学的培养目标主要是科学研究人才,在基础课教学中就应注意引导学生学习科学的思考方法和研究方法。生理学是一门实验科学,它的知识、理论都是从实验中得来的。学习生理学只记住一堆资料是不够的,还必须使学生懂得这些知识是怎样得来的。本书在讨论许多重要的生理学问题时都注意介绍是通过哪些实验从哪几个方面论证了这些结论的。这样的讨论不但使学生了解这些概念原理的来龙去脉,因而容易理解它们的含义,更重要的是学生可以从这些概念理论的提出和论证过程中学习科学的思考方法和研究方法。这样编写的教材比较符合理工大学培养科学研究人才的目标。

2. 在适当的章节讲点生理学发展的历史。

本书用了相当多的篇幅结合教学进程讲生理学发展史。这不只是为了向学生介绍一些历史知识,更重要的是利用这些生动的历史材料启发学生的创造精神。每门科学的发展都是人类创造精神的体现。生理学发展的历史同样充满了生理学家尊重事实,敢于创新,敢于争论,因而推动生理学发展的史实。生理学发展的历史是培养学生科学研究素养的好教材。

本书在1985年出版后得到有关教师和学生的肯定,于1988年获国家教委高等学校优秀教材一等奖。这些成绩的取得首先要感谢赵以炳先生。本书能有一些特色主要来源于赵以炳先生的教导,40年来赵先生对我的教诲,我是不会忘记的。

“文革”以后赵以炳先生要我接替他讲授生物学系基础课动物生理学。这时我任北京大学副教务长等职,行政工作繁忙,后来又患癌症做了手术,20年来能够坚持教学并编写出教材实赖我的夫人贺慕严教授的全力支持。没有她的帮助,就不会有这本书以及其他的许许多多。

本书的出版还要感谢高等教育出版社和责任编辑刘阜民女士。当年(1984)整理修改书稿时我正在手术之后,身体衰弱,她照顾我的健康状况,多方协助,这本书才能及时出版。

在第三版的修订过程中,曾向北京大学吴相钰教授、蔡益鹏教授、王镜岩教授、曹焯教授、戴灼华教授请教,多次得到他们的帮助。王重庆教授审读了新增的第十五章人体的免疫机能的书稿,并协助修改。旅美北大校友周毅、吴宇英博士赠送新版生理学教材。石慧敏同学协助录入第二版作为修改之用。谨向这些老师和同学表示衷心的感谢。

本书第三版的修订入选北京市高等教育精品教材建设立项项目,得到北京市教育委员会的资助,谨此致谢。

在修订过程中,虽然力求减少错误,但免不了仍会有这样那样的错误,衷心欢迎老师和同学的批评指正。通讯地址:100871,北京大学生命科学学院;电子信箱:slchen@pku.edu.cn。

陈守良

2004年11月12日于未名湖畔小楼

序 言

1980年陈守良同志和我曾提出一些关于改进理科生理学基础课的建议^①。守良同志根据建议的精神,通过多年的教学实践,吸收各方面的意见,几经修改,写成这本教材,这是一项极有意义的工作。对我个人来说,更感觉极大的安慰,因为他完成了我自己几十年来想做而未能如愿的一项艰巨工作。^②

生理学是研究活的生物机体各种机能或功能的科学。生物的门类非常多。其结构与功能的变化极大。因此,研究某一类生物体机能的生理学分支也很多,如细菌生理学、植物生理学、动物生理学等等。动物生理学又可分为哺乳动物、鸟类、鱼类、昆虫生理学等等。这一序列的生理学分支可统称为分门别类的动物生理学或专门生理学,其中包括与医学有直接关系的人体生理学。由于对人体直接进行实验操作的严重限制,人体生理学大量的知识,基本来源于与人体比较接近的某些哺乳动物,因此哺乳动物生理学的发展最为突出。由于对各种器官组织的机能进行了深入的研究,因此按解剖系统一般又分循环、呼吸、消化、排泄、内分泌、神经等器官生理学。从生物学的观点看来,器官生理学实质上也属于专门生理学。长期以来,哺乳动物生理学或器官生理学乃是动物生理学的主要组成部分,为医药卫生和畜牧兽医等实践活动提供了科学的理论基础,并指导其实践。

动物的门类繁多,不可能分别讨论每一种动物的生理,也无此必要。用比较的方法进行探讨,可以发现它们在相同的生态条件下的不同适应发展,也可以认识它们的某些共同基本特征。前者是传统比较生理学的任务,后者是普通生理学的任务。比较生理学研究各类动物同一生理功能的差异,例如陆生动物的各种呼吸适应,或陆生动物在水中游泳、在陆地奔跑、在空中飞行的运动特点。普通生理学则研究生命的共同基本特性,如代谢、兴奋、传导、传递、运动、分泌、通讯、调节与整合等普遍规律。现代生理学的主要特点之一,是向纵深发展,利用各种动物的结构多样性,扩大了对机能的认识,深入探索细胞内部的奥秘,对各种基本的细胞机制产生了深刻的理解。

生理学的研究和其他任何一门学科一样,最终是为人类的生活和生产活动服务。假如说以上三个方面(普通、专门与比较生理学)是人类实践活动的理论基础,那么,应用生理学则直接联系生产。生理学在生产中的应用极广,目前,在医疗卫生方面获得最广泛的应用。此外,在畜牧兽医、劳动保护、儿童发育、老年保健、体育运动及宇宙航行等方面都有或多的应用。随着国家建设的发展,尤其在我们这样一个大国里应用生理学的领域正在不断扩大,我们应当给予充分的重视。

以上就是现代生理学的四个方面。换言之,现代生理学包括总论——普通生理学,专论——专门动物生理学,比较生理学和应用生理学。当然实际上不是这样简单,各学科相互渗透

^① 生理科学进展,1980,11:86~87。

^② 1966年我曾为高等教育出版社写过一本人体及动物生理学简明教材,共约15万字,一切准备就绪,只待开印发行,但因十年浩劫的爆发而报废。

和交错,各分支在不同程度上有重叠,发展也不平衡,例如在我国比较生理学的发展远远落后于器官生理学。这些情况也直接影响我们的教学内容,使教学内容发生重复和某种程度的偏向。现在的问题是我们如何安排这些丰富的材料和复杂的关系。我认为在理科生理学的教学中,应以哺乳动物器官生理学为主。但必须与医学院校的生理学有所不同。生物学系(综合大学与师范院校)面向整个动物界或生物界,用比较的方法组织教学内容,可用传统的哺乳动物生理学或器官生理学作为比较的参考点,一方面比较动物进化过程中生理功能的演变,即传统比较生理学的内容,另一方面要比较在不同生态环境条件的生理功能变化,即生态(环境)生理学的内容。同时也要讨论各种动物生理功能的普遍规律,也就是普通生理学与细胞生理学。在教学中我们还应该介绍应用生理学,尽管我们只能举一反三,但要引导同学能够并且重视解决实际问题。更具体的安排要根据实际情况,发挥教师的创造性,精选讲课内容,组织教学。总的精神是课堂讲授要少而精,讲课不仅是单纯传授具体知识,重在启发学生,思考理解,提高自学能力。

最后谈一点我个人的经验。从1936年到1965年我曾亲自讲授生理学基础课共19次^①,每次讲完全课程的实际时间平均72小时,其中最少的一次仅39小时,最多的一次102小时,这是仅有的例外。值得注意,1940年到1946年我在中正医学院讲生理课5次,平均71小时,1948年在协和医学院讲课也只用64小时。这些数字仅供参考。

赵以炳

1985年9月4日于北京大学

^① 本书出版后,赵以炳先生回忆,从1935年到1966年他共讲授生理学基础课30次,其中存有讲课学时记录的为19次。

目 录

绪论	1
第一章 细胞膜的结构与转运机能	7
1.1 细胞膜	7
1.2 细胞膜的成分与结构	8
1.3 通过细胞膜的物质转运	11
1.4 胞吞作用和胞吐作用	16
1.5 细胞膜之间的连接	17
第二章 神经的兴奋与传导	20
2.1 生物的应激性与可兴奋细胞和组织的兴奋性	20
2.2 引起兴奋的刺激	23
2.3 刺激的要素	23
2.4 兴奋性的指标与兴奋性的变化	25
2.5 生物电的发现	27
2.6 神经干的损伤电位与动作电位	29
2.7 神经冲动的传导速度	31
2.8 兴奋的膜学说	33
2.9 离子学说	39
2.10 神经冲动在轴突上的传导	47
第三章 兴奋在神经肌肉之间的传递	54
3.1 神经肌肉之间兴奋传递的特点	54
3.2 终板电位与小终板电位	57
3.3 去极化-释放耦联	59
3.4 逆转电位	61
3.5 乙酰胆碱受体与通道	62
3.6 神经肌肉接点突触传递过程概述	64
第四章 肌肉的兴奋与收缩	66
4.1 骨骼肌的结构与肌原纤维的亚显微结构	66
4.2 肌肉收缩的肌丝滑行学说	70
4.3 兴奋收缩耦联	73
4.4 神经肌肉兴奋过程概述	76
4.5 肌肉的等张收缩与等长收缩	77
4.6 刺激强度、刺激频率与肌肉收缩的关系	78
4.7 躯体的杠杆活动	80
4.8 肌肉的能量转换	82

4.9	平滑肌的结构与机能特点	84
4.10	昆虫的原纤维肌	89
第五章	消化与吸收	92
5.1	食物的消化与消化管的结构	92
5.2	消化管的运动及其调节	97
5.3	消化液的分泌	101
5.4	消化液分泌的调节	103
5.5	小肠的吸收机能	111
5.6	肝脏的机能	115
第六章	血液的机能	120
6.1	体液与血液	120
6.2	血液的机能	122
6.3	血液在维持机体内环境稳定中的重要作用	123
6.4	红细胞的凝集与血型	127
6.5	血液的凝固与纤维蛋白的溶解	130
第七章	血液循环	134
7.1	血液循环与哈维发现血液循环的历史意义	134
7.2	血液循环的进化	138
7.3	心肌的结构与机能特性	141
7.4	心动周期的力学变化	148
7.5	心输出量及其调节	150
7.6	血流动力学	154
7.7	血管系统各部分的特性与压力梯度	157
7.8	微循环与淋巴循环	160
7.9	心血管系统的神经调节	163
7.10	心血管系统的体液调节	169
7.11	外周循环的局部控制	171
第八章	呼吸	174
8.1	内呼吸与外呼吸	174
8.2	人的呼吸器官与通气	174
8.3	呼吸气体在体内的交换与运输	180
8.4	呼吸的神经调节与化学调节	186
8.5	脊椎动物呼吸器官与呼吸机能的演变	192
8.6	昆虫的呼吸	197
8.7	呼吸-血液循环的适应	200
第九章	能量转换与体温调节	203
9.1	能量转换	203
9.2	代谢率的测定	206
9.3	基础代谢率	208

9.4	体温调节	212
9.5	变温动物与异温动物对体温的调节控制	219
第十章	渗透调节与排泄	221
10.1	渗透调节的意义	221
10.2	渗透调节器官	221
10.3	脊椎动物肾的结构与尿生成	223
10.4	尿渗透压的调节	230
10.5	脊椎动物的其他渗透调节器官	234
10.6	脊椎动物含氮废物的排泄	237
第十一章	内分泌-激素调节	239
11.1	甲状腺	240
11.2	下丘脑与垂体	244
11.3	肾上腺:髓质与皮质	250
11.4	胰腺、甲状旁腺与胃肠	253
11.5	激素作用的机制	257
11.6	无脊椎动物的内分泌系统	259
第十二章	神经系统的感觉机能与感觉器官	264
12.1	神经系统机能概述	264
12.2	感觉过程的一般原理	264
12.3	化学感受性	271
12.4	机械感受性	273
12.5	哺乳动物的声音感受器与听觉	276
12.6	哺乳动物的光感受器与视觉	284
12.7	其他的感受机能	298
第十三章	神经系统的运动机能	304
13.1	神经元学说	304
13.2	神经元	305
13.3	神经突触	306
13.4	突触电位	312
13.5	突触整合与神经回路	315
13.6	神经系统的进化	319
13.7	反射	324
13.8	高级中枢对脊髓反射的影响	330
13.9	大脑两半球的躯体运动机能	332
13.10	神经系统的内脏机能	336
第十四章	神经系统的高级机能	341
14.1	脊椎动物脑的进化	341
14.2	大脑皮层的机能	343
14.3	巴甫洛夫关于高级神经活动的学说	348

14.4	大脑皮层的电活动	351
14.5	睡眠与觉醒	354
第十五章	人体的免疫机能	360
15.1	淋巴系统	360
15.2	体表屏障	361
15.3	非特异性反应	362
15.4	特异性反应(免疫应答)	364
15.5	神经系统与免疫系统、内分泌系统的关系	376
第十六章	人类的生殖机能	379
16.1	性分化的生物学意义	379
16.2	男性生殖系统的结构与机能	379
16.3	女性生殖系统的结构与机能	386
16.4	人类胚胎的发育	394
	中英名词索引	406
	中英人名索引	416

绪 论

什么是生理学

生物学(biology)是研究生命现象及其活动规律的科学。生理学(physiology)是生物学的一个分支,是研究生物体机能(功能,function)的科学。

按照研究对象的不同,生物学可分为动物学(zoology)、植物学(botany)和微生物学(microbiology)等。按照研究生命现象的不同方面,它又可分为形态学(morphology)、生理学等。形态学是研究生物整体及其组成部分的外形和结构的科学,如解剖学(anatomy)、组织学(histology)等都属于形态学。

在生物学发展的早期,主要是观察生物的形态、结构等。古希腊思想家亚里士多德(Aristotle,公元前384~公元前322)(图0-1)在公元前4世纪就观察描述了五百多种动物,并且解剖了其中的五十多种。由于他在动物的分类、形态结构、胚胎发育等方面做了大量的开创性工作,他被公认为生物学的创始人。

19世纪英国生物学家达尔文(Charles Robert Darwin,1809~1882)1831年至1836年乘考察船“比格尔号”环球航行,进行地质学和生物学考察,于1859年出版了《物种起源》,提出以自然选择为基础的生物进化学说,在生物学中引起一场革命(图0-2)。

生物体的形态结构与机能是密切相关的,研究生物体的机能不能脱离对有关结构的了解。形态结构方面的研究是机能方面研究的基础。历史上形态学的发展也早于生理学的发展。近代解剖学的基础是比利时人维萨里(Andreas Vesalius,1514~1564)(图0-3)奠定的。维萨里认真解剖人类尸体,详实地观察和记载人体的结构,纠正了许多前人关于人体结构的错误说法,使解剖学成为一门科学,并成为生理学和生物科学的基础。

生理学作为一门独立的科学是从17世纪初叶开始的。英国医生哈维(William Harvey,1578~1657)(图0-4)首次把实验方法应用于生物学,在前人工作的基础上发现了血液循环。他通过发现血液循环,做出了用实验方法解决生物学问题的榜样,开拓了实验生物学的道路。因此,后人把1628年哈维发现血液循环作为生理学和生物学成为实验科学的里程碑。

生理学按照研究对象的不同又可分为研究植物体机能的植物生理学(plant physiology),研究动物体(包括人体)机能的动物生理学(animal physiology)等。

动物生理学是研究动物机体各种机能活动的科学,其大部分内容是关于器官系统的机能,一般称之为器官生理学。此外,动物生理学还要研究分子水平、细胞水平和整体



图 0-1 亚里士多德

(引自罗素,1997)



图 0-2 达尔文
(引自《达尔文回忆录》)

生理学还要研究的重要问题是各种机能的控制或调节的问题,包括各个机能在生物体内是怎样调节的,各种机能如何协调起来,在体内密切配合形成一个统一的整体,以及这个统一整体又如何与外界环境相适应等问题。

为什么要研究生理学

动物生理学(包括人体生理学)的发展在很大程度上首先是与医学的需要和发展密切相关的。为了医治人们的疾病,保护身体健康就需要研究生理学。因为只有了解正常情况下人体的机能和它们的活动规律,才能理解这些机能在疾病条件下的变化,才能采取相应的治疗疾病的措施。由于一般情况下不能对人体进行实验研究,大量的人体生理学的知识一般是先从与人体相近的高等动物机能的研究中得到的。低等动物的结构与机能比较简单,因之也比较容易研究。而对

水平的机能。生理学不只是描述各种机能现象,还要研究这些机能是怎样进行的,以及这些机能的规律。要达到这个目的就需要了解有关的结构和有关的物理学、化学。例如,我们要了解呼吸活动,就必须知道呼吸器官的结构,还要知道氧的性质。古代早就知道呼吸运动是生命的标志,但是只有在化学家发现氧以后才真正证明了呼吸的意义。

生理学在深入探讨某种机能时常用“机制”(mechanism, 机理)这个术语,例如肌肉收缩的机制、神经传导的机制、胃液分泌的机制等。所谓机制原是指机器的构造和动作原理,生理学借用这个名词来表示机能的内在的活动方式、内在的原理,包括有关机能与结构的相互关系、机能的变化过程以及这些变化过程的物理学化学性质等。阐明一种生物机能的机制意味着对它从现象的描述进入到较本质的说明。当然对某种机能的机制的研究不可能一蹴而就,而是要有层次地、逐步深入地进行。



图 0-3 维萨里
(引自 Newman, 1924)

低等动物比较简单的机能的研究往往有助于了解高等动物比较复杂的机能。在一些基本理论问题上对低等动物的研究曾经使生理学得到重大的进展。因此,研究动物体和人体各种机能的动物生理学是现代医学的重要基础。

随着生产的发展与社会的进步,人们越来越需要更深入地研究生理学。现代畜牧业、渔业的发展需要家畜、家禽和鱼类的生理学知识。现代农业防治虫害需要深入研究昆虫生理学。为了保护劳动者的健康和提高劳动效率需要研究在不同的劳动条件下人体各方面机能的变化,以便采取保护劳动者健康、提高工效的措施,促进了劳动生理学的发展。近代人类活动的范围日益扩大,进入了一些特殊环境,如深海、高山、高空以至日地空间。为了保证在这些特殊环境中活动的人们的健康,需要研究这些特殊环境对人体机能的影响和应采取的措施,因而产生了潜水生理学、高山生理学、航空生理学、航天生理学等等。体育运动的发展,特别是竞技的需要,刺激了运动生理学的发展。

现代社会工业化的结果在地球上产生了许多自然环境原来很少或没有的物理学和化学的因素。这些因素有的已经对人类的健康和生活环境产生了不利的影响。研究这些环境因素的变化对人体机能的影响,以及如何消除不良的后果都是或即将是生理学的课题。

现代人类社会还面临着人口数量高速增长的大问题。人类必须控制自身的繁殖,这就迫切需要深入研究生殖活动的机制,找到最有效的控制生育的措施。

动物生理学的研究在哲学上也有重要的意义。人们要建立一个正确的世界观,对大至宇宙小至基本粒子都应有基本正确的认识。对于认识的主体,人的自身的机能,特别是人类认识过程的生理学当然也应有所了解。

由此可见,研究生理学是很有意义的。由于人体和动物体的机能复杂奥妙,探究这些机能也是很有趣的。

怎样研究生理学

如何看待如此复杂奥妙的生命现象,历史上曾经产生过不同的观点。一种看法叫做活力论(生机论, vitalism),它试图用一种非生物所没有的只存在于生物体内的活力(生命力)来解释生命的本质。另一种看法叫做机械论(mechanism),它反对假设某种神秘的“活力”或“生命力”来解释生命活动,主张用物理学的、化学的概念来解释生命过程。生理学发展的历史证明人和动物体的机能是可以认识的,生命现象是可以逐步应用物质运动的规律(包括物理学和化学的规律)来解释的。虽然生命现象是物质的属性,但它是一种高度组织起来的高度复杂的物质的属性,因而除了服从物理学和化学的一般规律外,还存在这种高度组织起来的物质本身的

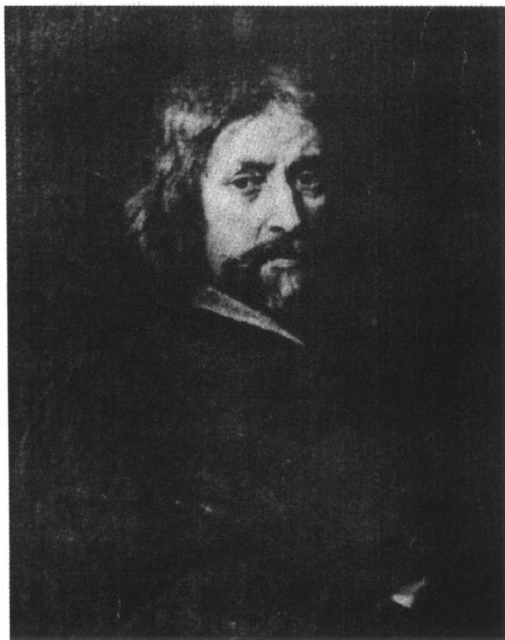


图 0-4 哈维

(引自 Bayliss, 1924)

运动规律,这是研究生命现象时所必须注意的。既要承认生命现象的物质属性,又要注意生命物质的特点和它运动的特殊规律,不可将无机物运动的规律简单地套到生物体上去。

生理学是一门实验科学,它是建立在通过观察(observation)和实验(experimentation)所得到事实材料的基础之上的。所谓观察是指对人和动物的生命现象如实地反映、记录;所谓实验则是指人为地控制或改变某些条件来考察生命现象的变化,以探求因果关系,认识生命现象的内在的活动规律。观察和实验往往是密切联系的:先观察某些现象,提出了一些问题或设想;再改变条件观察现象的变化,以求发现其内在的规律。生理学的研究有一个重要的特点,这就是观察或实验的对象必须是活的生物体,至少所研究的这部分机体必须是活的,否则就无法研究其生理机能、生命活动的现象了。因此生理学的研究往往要进行活体解剖,一般是在麻醉的情况下解剖活动物,观察其体内器官的活动。通过这种观察产生了关于这些器官的机能的设想,但这种设想是否正确还要靠实验来检验,即人工改变这些器官活动的条件,再观察器官的机能发生什么变化,是否合乎原来的设想。

人和动物体的机能是复杂的,各种机能之间又是互相联系、互相影响的。要了解这些机能,首先必须把它们分解开来,一部分一部分地研究。生理学常用离体的器官、组织或细胞进行研究。用这种分析的方法可以把复杂的问题简化,所得的结果也比较容易处理。但这类结果只能说是器官或组织在离开整体的条件下机能活动的表现,不能据此而机械地推论这些器官或组织在整体内活动的真实情况。在高度组织起来的完整的动物体内,器官与器官之间,整体与个别器官之间,器官与内环境之间,以及整体与外环境之间,存在着复杂的相互关系,这些关系都是很重要的不应忽视的。因此,除了用分析的方法研究动物体的机能之外,还要用综合的方法研究动物体的机能。为此,要把分解开来研究所得的多方面的结果综合起来作为一个整体来考虑处理,还要设计一些实验专门研究动物在整体条件下各方面的机能。这样才能得到比较合乎实际的认识。

由于生命现象的复杂性,把实验方法应用于生理学比用于物理学、化学更加困难。在观察和实验中要尽量排除假象,取得可靠的事实材料;在根据这些事实材料进行推理时要多方考虑,严谨慎重,防止得出错误的结论。法国生理学家贝尔纳(Claude Bernard, 1813~1878)在谈到生理学实验时指出:“一个实验者必须既是理论家,又是实践家。他必须精通技术以取得实验事实作为科学材料;同时他必须清晰地理解科学理论以指导他对研究自然现象的各式各样的实验进行推理。我们不应把手脑分离,没有头脑的指挥,一只有能力的手也只是一只盲目的手;没有执行任务的手,头脑也是无力的。”

现代生理学所取得的成就是许多世代许多生理学家共同努力的结果。有些人通过观察实验积累了事实材料,有些人在前人和自己工作的基础上得到了突破性的进展,这些生理学家都为生理学的发展作出了自己的贡献。生理学发展到现阶段,许多重要的问题已经很难由某个人或某个研究小组单独解决,需要集体的努力,不仅需要生理学家,还需要物理学家、化学家、数学家等多学科的科学工作者的共同努力才能得到新进展。

现代生理学虽然取得了许多重大的进展,但不要认为一切问题都已经解决了,没有被人们认识的、尚待解决的问题还有很多很多。不过我们相信,经过人们的共同努力,今天还没有认识的,明天、后天总可以逐步被人们所认识。

怎样学习生理学

在这里对初学生理学(包括动物生理学、人体生理学)的大学生如何学好生理学提供一些建议。

首先,要十分重视生理学实验课。生理学是实验科学,如果不自己动手做实验,就不能真正理解生理学的知识、概念是怎样得来的。因此必须重视生理学实验课,认真做好教学大纲中规定的各个实验。

学习生理学要注重理解,注重思考,不只是注重记忆。生理学的知识、概念不是从天上掉下来的,而是从观察实验中得到的,是经过严密论证的,是合乎逻辑的。因此学习生理学不仅要知其然,还要知其所以然,也就是要懂得这些知识是怎样得来的,是根据哪些实验结果,是怎样推理论证出来的。要理解就必须思考,死记硬背就用不着思考。要多动脑筋,多想问题。多想出智慧,依靠机械背诵是学不好生理学的。真正理解了的内容就不难记住,没有理解的内容只能靠死记硬背,往往容易忘掉。

《动物生理学》是大学三年级的课程,在学习生理学之前应该已经学过数学、物理学、化学(包括普通化学、有机化学、物理化学)、普通生物学(或动物生物学)、解剖学等课程。同时可能还在学习细胞生物学、生物化学等课程。这些课程为生理学的教学提供了很好的基础,生理学也正是运用这些基础知识、理论和方法来探讨人和动物体的各种机能。因此学习生理学时应该联系有关的课程,应用所学过的知识和理论来认识生命现象,同时也会加深对这些课程的理解。

思考题

1. 生物学、生理学与医学有什么关系?
2. 为什么说生理学是一门实验科学?
3. 什么是观察?什么是实验?在生理学研究中观察与实验有什么关系?
4. 为什么生理学的研究需要强调分析方法与综合方法的统一?
5. 为什么近代生理学起源于欧洲而不是亚洲?
6. 为什么学习生理学要强调思考和理解,而不是记忆?

参考书

北京大学生物系人体及动物生理教研室(赵以炳)编著. 人体及动物生理学. 北京:高等教育出版社,1958

巴甫洛夫著. 巴甫洛夫全集(V),生理学讲义. 孙晔等译. 北京:人民卫生出版社,1959

贝尔纳著. 实验医学研究导论. 傅慷和等译. 北京:知识出版社,1985

贝柯夫主编. 生理学. 何瑞荣等译. 北京:人民卫生出版社,1955

陈孟勤. 生理学发展的道路. 见朱文玉,于英心主编著. 医学生理学教学指导. 北京:北京大学医学出版社,2004

达尔文著. 达尔文回忆录. 毕黎译. 北京:商务印书馆,1982

李永材主编. 动物生理及比较生理实验. 北京:高等教育出版社,1989

李永材. 比较动物生理学. 北京:高等教育出版社,1995