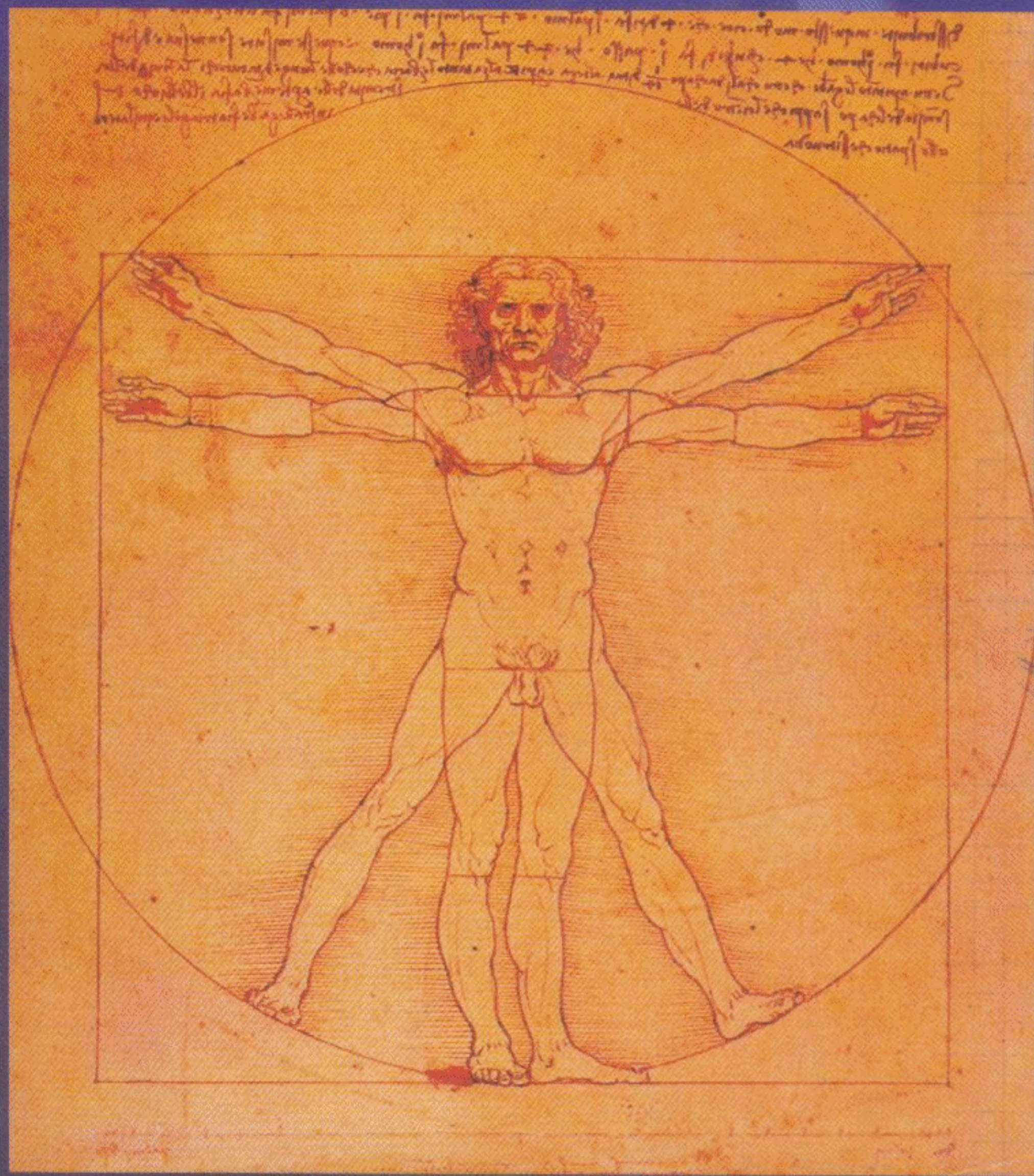


人类生物学

HUMAN BIOLOGY

陈守良 贺慕严 吴鹤龄 葛明德 汪劲武 编著



北京大学出版社

著 者 简 介

陈守良，男，生理学教授，1953年毕业于北京大学生物学系。在北大讲授动物生理学、人类生物学等课程，研究高级神经活动、人体特异功能等。曾任北京大学副教务长兼自然科学处处长、国家教委高等学校生物学教学指导委员会副主任等职。编著《动物生理学》，主编《高等学校生物学试题库》生理学部分，校译《人体生理学多项选择习题集》。

贺慕严，女，生理学教授，1958年毕业于北京大学生物学系，在中国科学院生物物理研究所从事宇航生理学研究。1971年调北大生物学系，讲授动物生理学、人体结构与机能等课程，研究冬眠生理学、人体特异功能等。曾任中国宇航学会宇航生物学专业委员会委员。校译《人体生理学多项选择习题集》，参编《高等学校生物学试题库》生理学部分。

吴鹤龄，男，遗传学教授，1953年毕业于北京大学生物学系。在北大讲授普通遗传学、细胞遗传学、分子遗传学、发育遗传学等课程，研究发育遗传学。曾任北大生物学系遗传学教研室主任、中国遗传学会副理事长、国家教委高等学校生物学教学指导委员会委员、国际生物学联合会(IUBS)中国委员会委员等职。编著《分子遗传学简介》，参编《高等学校生物学试题库》遗传学部分，合著《基础分子生物学》、《遗传学应用》、《动物遗传学实验方法》等。

葛明德，男，生物学教授，1957年毕业于北京大学生物学系。在北大从事植物系统学、普通生物学教学，研究生物学史、生物进化论。曾任北大生物学系副主任、中国大百科全书生物学卷综论副主编、中国自然辩证法研究会生物哲学委员会主任等职。1987年调北大分校(现北京联合大学应用文理学院)任副校长、校长。曾发表《魏斯曼和他的种质学说》、《张景钺传》、《劳动在人类进化中的作用》等著作。

汪劲武，男，植物学教授，1954年毕业于北京大学生物学系。在北大讲授植物学、种子植物分类学，研究种子植物分类学。曾任中国植物学会副秘书长、北京植物学会常务理事等职。编著《种子植物分类学》，合著《种子植物分类学实验与实习》、《植物学简明教程》等。编写《怎样识别植物》，主编《人与自然百科 人与植物》等科普著作。

人类生物学

陈守良 贺慕严 吴鹤龄 编著
葛明德 汪劲武

北京大学出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

人类生物学/陈守良等编著 - 北京 北京大学出版社, 2001 12
ISBN 7-301-04691-X

I 人 II 陈 III 人类生物学 IV Q98

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 080472 号

书 名 人类生物学

著作责任者 陈守良等

责任编辑 李宝屏 谢刚英

标准书号 ISBN 7-301-04691-X/Q 0084

出版者 北京大学出版社

地 址 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址 [http //cbs pku edu cn](http://cbs.pku.edu.cn)

电 话 出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752032

排 版 者 兴盛达打字服务社 62549189

电子信箱 [zpup@pup pku edu cn](mailto:zpup@pup.pku.edu.cn)

印 刷 者 北京市银祥福利印刷厂

发 行 者 北京大学出版社

经 销 者 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 25 25 印张 624 千字

2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

定 价 34.50 元

内 容 简 介

本书以人为中心介绍现代生物学的知识与理论,包括绪论、人体的结构与机能、人类的繁衍、人类的遗传、人类的由来、人类与环境等六部分,涉及与人有关的生物学的各方面,是内容比较全面的关于我们人类自身的生物学教材。

本书以文、法、理、工各科学生为对象,以高中程度的自然科学为起点,不必学习大学的数理化等基础课就可以学习《人类生物学》,因此各科学生都可选读。

本书注意将生命科学与生活实际联系起来,比较贴近生活,易于接受和了解。

本书文字流畅,插图丰富,可读性较强,便于自学。

大学以外的青年可以将本书作为自学生物学的读物。中、老年读者也可从本书获得有益于自身健康的知识。本书还可以作为中学生物学教师的参考读物。

前 言

刚刚过去的二十世纪,以相对论、和平利用核能、航天工程和电子计算机网络为标志的科学技术取得了惊人的成就,可以说二十世纪是物理学和航天工程的世纪。然而二十世纪五十年代以来,生物学蓬勃发展,在多方面取得空前的突破。DNA 双螺旋结构的发现使人类对生命现象的研究从整体水平、器官水平和细胞水平深入到分子水平,生物学进入了分子生物学的新阶段。一种全新的产业在分子生物学研究的基础上诞生,它的影响已经出现在医学、人类营养、农业、动物繁殖等领域。生命科学在二十一世纪的全面发展必将促使医学的进一步发展,攻克更多的危害人类的严重疾病,妥善保护人类生存的环境,保护生物多样性,使人类的生活更加美好。因此我们可以预期二十一世纪将是生物学和医学蓬勃发展造福人类的世纪。

现在我国已有不少的人认识到生命科学的重要性。在大学中攻读生物科学的学生人数增多,质量提高。大学中非生物专业的学生学习生物学的热情也越来越高。生物科学成了大学中的热门学科。

目前,在大学中为非生物专业的学生所开设的生物学课程大致有三类 第一类课程是普通生物学或生命科学导论。这种课程内容全面、丰富。第二类课程是现代生物学概论。这类课程主要介绍生命科学的新成就,如 DNA、神经生物学等内容。第三类课程是人类生物学。人类生物学课程的特点是以人为中心来介绍现代生物学的原理和知识。目前我国高等学校中开设这类课程的还比较少,但在国外已有不少的大学开出了这方面的课程。1985 年春季我和我的老朋友胡寿文教授在北京大学开出了这门全校性选修课程。据我所知,在我们开设这门课程之前五十年,我们的老师、生物学系的老教授、著名的遗传学家李汝祺先生(1904—1990)就在现今北京大学的校园(燕园),为燕京大学的文科学生开设过人类生物学课程。当年李汝祺先生编写的讲义,今天在北京大学图书馆还可以借到。1964 年秋,著名的历史学家、北京大学教授、副校长翦伯赞先生曾建议生物学系给历史学系学生开设一门包括人类的起源与进化在内的生物学课程,可惜形势的变化未能实现这个建议。1986 年贺慕严在北京大学开出全校性选修课“人体结构与机能”,1990 年葛明德在北京大学分校开出“人与自然”课程,这都属于人类生物学的范围。

我们开设的人类生物学是一门现代大学生的文化科学基础课。我们设想在这门课程中以人为中心讲述现代生物学的一些原理和知识,这是一门讲授关于人的现代生物学知识和理论的课程,也可以说人类生物学就是关于我们自身的生物学。因此,这门课程不会涉及现代生物学的全部知识和理论,例如与植物有关的理论知识就很少讲到。

我们从青年时代学习生物学以来,越来越深刻地认识到生物学对人类社会的重要性。近年来的发展更突出地显现生物学对我国社会的重要性,而这种重要性人们并没有足够的认识。我们都是人,但是我们每个人并不见得了解我们自身,不了解现代自然科学关于人的生物学研究所取得的成就。因此我们以为向我国的大学生(包括文、理、工、农等各科的大学生)介绍一些有关人的生物学知识和理论,也许会对他们今后的生活和工作有所帮助,产生某些有益的影响。

响。特别是文科的学生,他们今后研究和处理的多是与人有关的问题,如果能多了解一些关于人的现代生物学知识,对于他们研究哲学、历史学、社会学、经济学、法学、文学等方面的问题,会有所帮助。于是我们便从目前文科大学生的自然科学知识水平出发,针对他们可能的需要,选取教学材料,试开了这门课程。从试教的结果看来,这门课颇受文理科学生的欢迎。我们也从教学中受到鼓舞,努力修订充实教学内容,改进教学方法,力求把这门课教得更好,达到我们预想的目的。

作为一种科学读物,要有一个起点,即科学文化的起点。我们这本书以高中文化科学程度为起点。只要有了高中阶段的自然科学基础就可以学习“人类生物学”这门课程,不必再先学大学的数学、物理学、化学等基础课程。因此《人类生物学》可以作为文科、理科、工科等大学生学习生物学的一种教材。

我们希望这本《人类生物学》能对较多的读者有所帮助。我们也希望这本书能作为大学校园外的青年读者学习生物学的读物。

本书注意联系生活实际,比较贴近生活,贴近人生,易于了解和接受。我们力求将科学性与可读性结合起来,使这本书成为一本可读的科学读物。只要读者具有高中水平,就可以通过阅读本书获得有关人类自身的生物学知识。当然这种阅读应该是认真地阅读,一步一步地读才能理解和掌握,不能用浏览报刊阅读休闲作品的方式来读。

我们还希望这本书对中、老年朋友的养生保健有所帮助。人到中年身体健康状况会发生变化,需要及时采取保健措施。如果能对自己身体的结构、机能、生长、发育以及衰老的过程多有一些知识,将会增加对自身健康状况的了解,及时发现问题,及时得到医疗和康复。

本书的编写工作由陈守良、贺慕严、吴鹤龄、葛明德和汪劲武承担,胡寿文因健康原因未参加编写。第一部分绪论、第二部分人体的结构与机能和第三部分人类的繁衍由陈守良和贺慕严编写,第四部分人类的遗传由吴鹤龄编写,第五部分人类的由来由葛明德编写,第六部分人类与环境由汪劲武编写。

北京大学吴相钰教授、杨安峰教授、胡寿文教授、王恩涌教授、郭振泉教授、余瑞元教授、王重庆教授审阅了本书的有关章节。中国林业科学研究院研究员蒋有绪院士、北京军医学院易钟煜教授曾给予指导。北京大学生命科学院院长周曾铨教授、副院长张庭芳教授关心和支持本书的编写和出版。赵明蘊先生和杨端女士从海外赠送有关图书。陈茂生工程师为本书提供图片。北大出版社社长助理李宝屏副编行政工作繁忙仍担任本书的责任编辑。北京大学教材出版基金资助本书出版。对于这些宝贵的支持和帮助,我们表示衷心的感谢。

衷心欢迎读者批评、指正。

陈守良

2001年8月1日于中关村

目 录

第一部分 绪论	(1)
第一章 生物学与人类生物学	(1)
一、生命的特征	(1)
二、关于生命本质的理论	(3)
三、研究生命现象的基本方法	(3)
四、什么是“人类生物学”?	(4)
五、人类在生物界中的位置	(5)
第二部分 人体的结构与机能	(13)
第二章 人体是怎样构成的?	(13)
一、构成人体的元素	(13)
二、构成人体的无机化合物和有机化合物	(13)
三、构成人体的基本单位——细胞	(23)
四、细胞的结构	(25)
五、细胞组成组织、器官和系统	(30)
第三章 人体的屏障——皮肤	(36)
一、表皮	(37)
二、毛发和指甲	(37)
三、皮肤中的腺体	(38)
四、真皮	(39)
第四章 骨骼肌肉系统与人体的运动	(41)
一、骨骼系统与骨骼的机能	(41)
二、肌肉系统与骨骼肌的机能	(48)
第五章 饮食之道	(55)
一、人体需要哪些营养素?	(55)
二、各类食物的营养价值	(69)
三、我国居民的膳食原则	(71)
第六章 食物的消化与吸收	(74)
一、口腔内的消化作用	(76)
二、食物在胃内的消化与吸收	(79)
三、食物在小肠中的消化与吸收	(83)
四、大肠的吸收机能与粪便的形成	(88)
五、肝脏的机能	(89)

六、消化机能的紊乱	(89)
第七章 体液与血液	(92)
一、体液 细胞内液与细胞外液	(92)
二、血液	(93)
三、血液的机能	(96)
四、血型	(99)
五、血液的凝固与纤维蛋白的溶解	(102)
第八章 血液循环	(105)
一、人体的血液循环	(105)
二、心肌的结构与机能上的特性	(108)
三、心动周期	(110)
四、血液在血管中流动	(112)
五、与血管有关的问题	(116)
第九章 淋巴系统与免疫机能	(120)
一、淋巴系统	(120)
二、人体的免疫机能	(121)
三、体表屏障	(123)
四、非特异性反应	(124)
五、特异性反应(免疫应答)	(125)
第十章 呼吸	(133)
一、人的呼吸器官	(133)
二、通气	(136)
三、呼吸气体在体内的交换与运输	(137)
四、细胞呼吸	(142)
五、呼吸运动的调节	(145)
六、登山与潜水对人体的影响	(145)
七、呼吸系统的疾病	(146)
第十一章 人体的能量平衡与体温调节	(148)
一、人体能量的来源与消耗	(148)
二、代谢率	(150)
三、过度肥胖与减肥	(152)
四、体温调节	(152)
第十二章 渗透调节与排泄	(157)
一、泌尿系统	(157)
二、肾的结构	(158)
三、尿是怎样生成的?	(160)
四、肾对酸碱度的调节	(161)
五、尿渗透压的调节	(162)
六、水重吸收的控制——抗利尿激素(ADH)的作用	(163)

七、泌尿系统的机能障碍	(163)
第十三章 人体机能的体液调节	(165)
一、内分泌系统与激素	(165)
二、下丘脑与垂体	(166)
三、甲状腺	(170)
四、肾上腺	(172)
五、胰岛细胞	(176)
六、甲状旁腺与滤泡旁细胞(C细胞)	(178)
七、胃肠激素内分泌细胞	(178)
八、激素作用的机制	(179)
第十四章 人体机能的神经调节	(182)
一、神经元	(182)
二、神经系统的结构	(187)
三、神经系统活动的基本形式——反射	(190)
四、神经系统对躯体运动的调节	(191)
五、神经系统对内脏活动的调节	(193)
第十五章 人体的感觉机能和感觉器官	(196)
一、刺激、感受器与感觉	(196)
二、视觉器官	(197)
三、听觉器官	(203)
四、前庭器官	(207)
五、味觉、嗅觉与化学感受性	(208)
六、皮肤感觉	(209)
七、深部感觉与内脏感觉	(210)
第十六章 神经系统的高级机能——大脑的机能	(212)
一、大脑的结构	(212)
二、大脑皮层机能定位	(213)
三、大脑两半球的分工	(214)
四、条件反射学说	(216)
五、大脑皮层的电活动	(219)
六、睡眠与觉醒	(220)
第三部分 人类的繁衍	(223)
第十七章 人类的性与生育	(223)
一、男性的生殖系统	(223)
二、男性生殖系统的机能	(226)
三、女性的生殖系统	(229)
四、女性生殖系统的机能	(232)
五、生育控制	(236)

六、性传播疾病	(238)
第十八章 妊娠、生长与发育、老化	(242)
一、受精与妊娠	(242)
二、生长与发育	(248)
三、老化(或老龄化)	(251)
四、异常的发育——肿瘤	(251)
第四部分 人类的遗传	(256)
第十九章 遗传学三大规律	(256)
一、分离律	(257)
二、自由组合律	(258)
三、遗传的染色体学说	(260)
四、研究人类遗传的方法——系谱法	(261)
五、连锁律	(264)
第二十章 染色体与遗传物质	(268)
一、染色体	(268)
二、细胞周期	(269)
三、减数分裂	(272)
四、核酸是遗传物质	(275)
五、核酸的结构	(276)
六、DNA 的复制	(280)
第二十一章 基因结构与功能	(282)
一、基因与性状	(282)
二、转录过程	(283)
三、蛋白质合成	(284)
四、基因结构	(288)
五、基因表达的调控	(290)
第二十二章 染色体畸变与基因突变	(292)
一、染色体数目畸变	(292)
二、染色体结构畸变	(292)
三、染色体畸变引起的疾病	(293)
四、基因突变	(294)
第二十三章 基因工程	(296)
一、基因工程的发展所依靠的几种有效工具	(296)
二、基因工程操作过程	(299)
三、基因工程的应用	(300)
第五部分 人类的由来	(302)
第二十四章 生命的起源与地球生命史	(302)

一、生命起源是一个自然历史事件	(302)
二、生命的本质属性	(303)
三、有机化合物的前生物自然形成	(304)
四、从有机分子过渡到原始生命	(306)
五、生命起源的阶梯式过渡模式	(308)
六、前显生宙的重大进化事件	(309)
七、显生宙的重要进化事件(动物界)	(310)
第二十五章 进化的机理	(313)
一、达尔文和他的生物进化理论	(313)
二、进化的证据	(316)
三、种群的基因频率和物种形成	(318)
四、人类种群中的自然选择	(323)
五、不同层次的生物进化规律	(326)
第二十六章 人类的进化	(329)
一、灵长目动物的特征及其进化	(329)
二、人和猿在体质上的差别	(335)
三、早期人科动物——南方古猿	(339)
四、人属的进化	(342)
第六部分 人类与环境	(352)
第二十七章 人类的自然环境	(352)
一、前言	(352)
二、自然环境问题	(352)
三、生物圈、生态系统、生态平衡	(353)
四、生态系统的能量流动和物质循环	(355)
第二十八章 大气层中的环境问题	(359)
一、温室效应	(359)
二、臭氧层问题	(360)
三、酸雨	(361)
第二十九章 水和土壤的问题	(363)
一、水资源枯竭	(363)
二、水污染的危机	(363)
三、水污染的防治	(364)
四、土壤污染	(365)
第三十章 人口与粮食问题	(367)
一、人口增长概况	(367)
二、人口膨胀对社会的影响	(367)
三、粮食问题	(368)

第三十一章 森林与人类	(370)
一、我国森林的历史	(370)
二、热带森林遭破坏	(371)
三、森林生态系统	(371)
四、森林的生态效益	(372)
参考书目	(376)
中文索引	(380)
人名索引	(390)

第一部分 绪 论

第一章 生物学与人类生物学

什么是生物学？什么是生命？

生物学可以定义为研究生物(包括植物、动物、微生物等)的结构、机能、发生和发展的科学。那么生物又是什么？通俗地说生物是“活的”物体。什么是“活的”呢？可以回答为“有生命的”。所以,生物学是研究有生命的物体的结构、机能等等方面的科学。

然而什么是生命呢？这是一个很难准确回答的问题。查阅一些著名的词典,往往将“生物”一词注释为“具有生命的物体”,而“生命”一词又注释为“生物体所特有的现象”。有的百科全书在“生命”一词下说明,这是“一个很难下定义的现象”,又说“目前尚无一致公认的定义”。这是符合实际的说法。很多人,包括普通人、生物学家、化学家、物理学家、哲学家等等,都提出这个问题,思索这个问题。不同专业的研究者往往用自己专业的术语来回答这个问题。

从生理学的角度考虑,可以把生命定义为具有进食、代谢、排泄、呼吸、运动、生长、生殖和应激性等机能的系统。

从新陈代谢的角度考虑可以将生命定义为具有界面,与外界经常交换物质而维持其自身活动的系统。

从生物化学的角度来看,生命是包含贮藏遗传信息的核酸以及调节代谢的酶蛋白的系统。遗传学家可以定义生命为通过基因复制、突变和自然选择而进化的系统。

热力学学家可以定义生命是一个开放系统,它通过能量流动和物质循环而不断增加内部秩序。

从不同的角度来考察生命自然会有不同的定义。各种不同的定义也反映了生命极其丰富复杂的内涵。而且每一个时代有这个时代对生命的认识。生命,这一地球上最复杂的现象,将会随着人类的进步而愈来愈深刻愈全面地被我们所认识。

一、生命的特征

虽然对生命很难下定义,但还是可以描述生命为生物体的状态,而生物体与非生物体比较具有若干特征。这些特征可包括下列几点

(1) 以细胞为基本结构单位

所有的活的生物体都是由细胞和细胞的产物构成的,因此有共同的结构单位。有些生物

体如细菌和变形虫,由单细胞构成,叫做单细胞生物,其他的生物则由许多细胞构成,叫做多细胞生物。细菌的体积只有其他生物细胞的1%~2%,结构比较简单,没有细胞核和细胞器,是原核细胞(prokaryote)。除细菌外,其它的细胞结构都比较复杂,有细胞核和细胞器,是真核细胞(eukaryote)。

多细胞生物包括简单的多细胞生物和复杂的多细胞生物。简单的多细胞生物由少数细胞构成。这些细胞基本相同,相互之间的联系与活动的协调也很少。复杂的多细胞生物是由大量细胞组成的,如人体的细胞可达几十万亿个。这些细胞有多种多样的形式和机能,各司其职而又相互协调,形成一个整体。这些细胞的形式和机能虽有差异,但其基本结构却是一致的。细胞内的亚细胞结构(细胞器)都有特定的结构和机能,形成有序的系统。

(2) 相同的化学成分。

所有的细胞和由细胞组成的生物体都有相同的化学成分。所有细胞的主要成分都是水,其含水量为60%~90%。水对于生命是不可缺少的,因为水是所有细胞活动的介质。此外,所有的细胞都含有四类有机大分子,即糖类、蛋白质、核酸和脂类。这四类有机大分子又是分别由简单的有机分子单糖、氨基酸、核苷酸和脂肪酸所构成。

(3) 新陈代谢。

所有的活细胞都不断地进行着两类化学反应。一类是将获自外界的营养物质转化为细胞的组成成分,另一类是将进入机体内的营养物质分解以获得细胞活动所需要的能量。这两类反应便是细胞的新陈代谢(metabolism)。这些反应都不是简单的过程,而是包含一系列复杂的反应过程,叫做代谢途径。主要的代谢途径在各种细胞中都是一致的,这也许是生物体的最惊人的特性。

(4) 稳态

生物体是一个开放系统。从单细胞的变形虫到多细胞的人体都不断地与外界交换物质和能量,然而却又能够保持着内部的稳定状态。如果生物体不能够保持机体内部的稳定状态,就可能导致生命活动的终结。这种内环境的相对稳定状态是通过复杂的调节活动来维持的,这种状态称之为稳态(homeostasis)。稳态是各种形式的生物体的普遍特征。

(5) 应激性

所有生物体,从单细胞的变形虫到多细胞的人体都能觉察机体内外环境的变化并产生一定的反应。这种特性叫做应激性(irritability)。动物具有应激性是很明显的,植物是否具有应激性呢?绝大多数植物不像动物那



图 1-1 达尔文(1809—1882)(引自《达尔文回忆录》)

十九世纪伟大的科学家,生物进化论的创建者。

“正像达尔文发现有机界的发展规律一样,
马克思发现了人类历史发展的规律, ”

(恩格斯(在马克思墓前的讲话))

样受到刺激就会发生明显的反应,但植物也普遍地对某些刺激发生反应,只是比较缓慢。如大多数植物对光的刺激都会发生向光生长的反应。

(6) 生殖与遗传

生物体(动物、植物、微生物)都能生殖后代。这就是自身的复制,生命组织的复制。在生殖过程中生物体将自身的性状传给后代,产生与亲代相似的子代。

(7) 进化

生物体在历史的发展过程中通过遗传、变异和自然选择逐渐由简单到复杂,由低级到高级(图 1-1)。

二、关于生命本质的理论

生命现象如此奥妙复杂,究竟什么是生命的本质呢?历史上对生命本质的观点可以分为活力论与机械论两大派。活力论断言生命现象如此奥妙复杂与非生物的现象大不相同是因为有某种活力(visvitalae)存在,将生物与非生物区别开来,它是生命活动的基础。机械论则认为奇妙的生命现象不过是服从基本的物理学化学定律的过程和变化,生命系统最终可以还原为其组成成分的原子和分子。

经过长时期的争论,活力论的影响逐渐下降。到了二十世纪初期,活力论的观点在生物学中已基本上消失了。这是因为活力论者无法证明活力论,与其说它是一种科学概念还不如说它是一种形而上学的概念。活力论相信生物是由一种完全不同于无生命物质的物质所构成的,这种观点也失去了支持。“生命物质”的成分和结构越来越被研究清楚,如同无生命物质一样,生物大分子也是由原子和小分子构成的,而且还可以用无生命的物质人工合成有机分子,直至生物大分子。此外,所有试图证明存在活力的实验都失败了。许多复杂的生命现象由于生物学的进展而逐渐得到解释。

活力论的势微并不等于机械论的全胜。一方面很多生命现象是服从物理学、化学的一般规律的,是可以物理学、化学等物质运动的规律来解释的。另一方面生物体又是高度组织起来的高度复杂的系统,而且还有不同的层次。在细胞、分子水平许多现象可以直接用分子、原子的运动来解释。但在器官系统水平、整体水平的生命现象就不能只用物理学、化学的规律来解释了。至于不同生物之间的关系、生物与环境的关系、生物的个体发育与生物的系统发育等方面的问题只能遵从这种高度组织起来的物质本身的运动规律,而不能还原为分子、原子的运动。

三、研究生命现象的基本方法

生物学家对生命现象的研究采用两种基本方法,即观察与实验。

观察(observation)是按生物的本来面目反映、描述生物的状况。生物学家研究生物先是对生物的外形进行观察和描述,进一步则是将生物体分解开来,观察生物的内部结构。除了用眼睛观察外,还要借助放大镜、显微镜等工具帮助眼睛观察。对于生物的观察还由静止的观察发展到动态的观察,观察生物的生长、发育的过程,由对个体的观察,进而发展到对群体的观察,对不同种类观察。这样还可以引入比较的方法,即在观察的基础上比较个体发育不同时期的差异,比较不同种类之间外形和结构的异同。比较的方法是研究不同种类之间生物相互