

普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等院校医学精品教材

(医学版)

生命科学导论

(第二版)

◎ 闫云君 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等院校医学精品教材

生命科学导论(医学版)

(第二版)

主 编 闫云君

副主编 徐 莉 唐朝晖

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

《生命科学导论(医学版)》(第二版)是医学专业学生通用教材,是为了普及生命科学基本理论体系和基本知识,特别是医学专业没有涉及的宏观生物学理论而编写的,因此在内容的设置上强调了基础性、系统性和宏观性。全书主要包括:生物多样性与生命的基本特征,生命的物质基础、生物体的结构和机能,生命的起源,物种进化,生态系统、环境与健康,现代生命科学与人类未来,生命科学的研究方法,以及生命科学的体系。

本书可供医学高等院校各专业本科生学习使用,还可作为从事医学相关专业的教学人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

生命科学导论:医学版/闫云君主编. —2版. —武汉:华中科技大学出版社,2014.6
ISBN 978-7-5680-0213-4

I. ①生… II. ①闫… III. ①生命科学-高等学校-教材 IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 135894 号

生命科学导论(医学版)(第二版)

闫云君 主编

策划编辑:王汉江

责任编辑:王汉江

封面设计:刘 卉

责任校对:马燕红

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中理工大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:14

字 数:346千字

版 次:2011年8月第1版 2014年8月第2版第1次印刷

定 价:30.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

2007年笔者从国家科学技术部回到学校任教,承担了华中科技大学同济医学院医学专业本科生“生命科学导论”课程的教学任务,牵头编写了讲义,制作了多媒体课件,经过3年试用,学生反映尚可。因此,根据华中科技大学同济医学院教学改革的有关要求,并结合医学专业学生的实际情况,笔者在上述讲义基础上编写了《生命科学导论(医学版)》教材。

在编写本教材时,笔者有一些基本的考虑:既然是医学专业的“生命科学导论”课程,就应该对学生普及生命科学基本理论体系和基本知识,特别是医学专业没有涉及的宏观生物学理论。因此,对教材中涉及医学的内容尽量予以弱化,但并不忽略医学本身的重要性,而是在生命科学体系的背景下理解医学,让学生有一个全景式认识,树立“既能看清树木,又能知晓森林”的全局观。为此,本教材在内容设置上强调了基础性、系统性和宏观性,并把医学纳入生命科学范畴内,力求二者融为一体。

针对医学院各专业特点,以提高医学专业学生的生命科学理论素养、形成初步概念体系和理论体系及系统和宏观思维方式为目标,本教材在内容上以当代科学对生命本质的认识为纲,多角度展示生命科学发展对人类健康、社会发展及生产实践的重要指导和推动作用,以及学科交叉融合对生命科学发展的深远影响;通过介绍生命科学基本知识、生命科学领域的最新进展和发展方向,使医学专业学生初步建立起现代生命科学知识理论体系;帮助医学专业学生了解生命科学的学科特征及其对医学发展的重要意义;提高医学专业学生的科学素养,促进知识迁移,主动适应职业需求变化,增强社会实践能力和社会责任感。

在教材编写过程中涉及一些不太熟悉领域的内容,笔者参考了相关书籍,查询了网络,引用了经典教材的部分内容,并尽最大努力标明来源出处。如仍有少许疏忽,在此致歉,并敬请相关方面谅解,笔者会在以后的版本中给予修正和补充。另外,由于笔者水平有限,文中定有不妥之处,敬请读者批评、指正。

本教材的编写和出版离不开许多人的关心与帮助。华中科技大学生命科学与技术学院的刘曼西教授提供了“生命科学导论”课程的雏形多媒体,这是本书的起点。同时还要感谢她给予笔者的指导和无私帮助。感谢同课程组的袁明雄副教授、徐莉副教授、付春华副教授及栗茂腾教授对本书编写出版提供的宝贵支持与帮助。另外,徐莉副教授和唐朝晖副教授还参与了本书部分内容的编写,并全程参与稿件校对与定稿。在此,感谢所有对本教材出版有过帮助的人!

闫云君

2014年8月

目 录

绪论	(1)
0.1 什么是生命?	(1)
0.2 什么是生命科学?	(1)
0.3 什么是医学?	(2)
0.4 20 世纪的生命科学	(2)
0.5 适应 21 世纪科技挑战的人才培养	(3)
第 1 章 生物多样性与生命的基本特征	(4)
1.1 生物的分类	(4)
1.2 生物的主要类群	(9)
1.3 生命的基本特征	(87)
第 2 章 生命的物质基础、生物体的结构和机能	(89)
2.1 生命物质	(89)
2.2 生物体的基本结构	(91)
2.3 生物体的主要机能	(99)
第 3 章 生命的起源	(115)
3.1 生命的自然史	(115)
3.2 生物进化的化石记录	(120)
3.3 人类的起源和进化	(121)
第 4 章 物种进化	(130)
4.1 达尔文和《物种起源》	(130)
4.2 自然选择学说	(130)
4.3 物种和物种的形成	(132)
4.4 适应和进化形式	(134)
4.5 进化理论的发展	(137)
第 5 章 生态系统、环境与健康	(140)
5.1 种群	(140)
5.2 群落	(152)
5.3 生态系统	(161)
5.4 生态平衡	(169)
5.5 人类与环境	(169)
第 6 章 现代生命科学与人类未来	(175)
6.1 人类探索生命的历史——生命科学史	(175)

6.2	现代生命科学的核心	(183)
6.3	生命科学的发展趋势	(184)
6.4	生命科学与医学	(186)
第7章	生命科学的研究方法	(196)
7.1	生命科学是实验科学	(196)
7.2	显微镜下的生物世界	(199)
7.3	细胞、组织或器官的分离和培养	(203)
7.4	试管里的生命过程	(204)
7.5	在体研究技术	(208)
7.6	模拟研究	(210)
7.7	实验设计	(210)
第8章	生命科学的体系	(211)
8.1	生命科学的分支	(211)
8.2	与生命科学相关的技术	(214)
参考文献		(217)

绪 论

0.1 什么是生命?

生命科学终极目标是回答生命的本质问题。在日常生活中,人们能很容易地区分什么是生物,什么是非生物,但是从科学的角度,很难全面而准确地回答什么是生命。可以说,迄今为止,尚未产生一个为多数科学家所接受的关于生命的定义,其中的缘由在于人们很难用简单的定义概括如此复杂而又丰富多彩的生命形式。与此同时,人们对生命现象的一些基本问题还不十分明了,如生命的产生与生物进化机制,这些问题仍然等待人类进一步探索。

尽管生物种类繁多,数量非常巨大,生命现象错综复杂,但随着对生命现象研究的深入,可归纳出以下一些生命的共性特征。

(1) 化学成分的同一性。从元素组成看,生命体都是由 C、H、O、N、P、S、Ca 等元素构成的。从分子成分看,生命体中有蛋白质、核酸、脂肪、糖类、维生素等多种有机分子。

(2) 严整有序的结构。除病毒外,生命的基本单位是细胞,细胞内的各结构单元(细胞器)都有特定的结构和功能。生物界本身就是一个多层有序结构,其基本次序是:原子→分子→生物大分子→细胞器→细胞→组织→器官→系统→个体→种群→群落→生态系统→生物圈。每一个层次中的各个结构单元都有各自特定的功能和结构,它们的协调活动构成了复杂有序的生命系统。

(3) 新陈代谢。生物不断从外界吸收物质和能量,这些物质在生物体内发生一系列变化,最后以代谢最终产物排出体外,并伴随各种生命活动释放出热能。

(4) 生长发育特性。生物能通过新陈代谢的作用而不断地生长、发育,遗传因素在其中起决定性作用,外界环境因素也有很大影响。

(5) 繁殖和遗传变异。生物能不断地繁殖下一代,使生命得以延续。生物的遗传是由基因决定的,生物的某些性状会发生变异;没有可遗传的变异,生物就不可能进化。

(6) 应激能力。生物接受外界刺激后会产生应激反应。

(7) 进化。生物表现出明确的不断演变和进化的趋势,地球上的生命从原始的单细胞生物开始,经过了多细胞生物形成、各生物物种辐射产生,以及高等智能生物人类出现等重要的发展阶段后,形成了今天庞大的生物体系。

0.2 什么是生命科学?

生命科学(life science or bioscience)是研究生命现象,生命活动的本质、特征和发生、发展

规律,以及各种生物之间和生物与环境之间相互关系的科学,用于有效地控制生命活动,能动地改造生物界,造福人类。生命科学与人类生存、人民健康、经济建设和社会发展有着密切关系,是当今全球范围内最受关注的基础自然科学。它系统地阐述与生命特性有关的重大课题,对于生命科学的深入了解无疑也将促进物理、化学等其他知识领域的发展。例如,我们对单一神经元的活动了如指掌,但对数以百亿计的神经元组合成大脑后如何产生出智力却一无所知。随着对这一问题的逐步深入研究也将会相应地改变人类的知识结构。生命科学研究不但依赖物理、化学知识,也依靠它们提供的仪器,如光学和电子显微镜、蛋白质电泳仪、超速离心机、X射线仪、核磁共振分光计、正电子发射断层扫描仪等。生命科学学家也是由各个学科领域汇聚而来,学科间的交叉渗透产生了许多前景无限的发展点与新兴学科。

生命科学已研究或正在研究的重大课题包括:生物物质的化学本质是什么?这些物质在体内是如何相互转化并表现出生命特征的?生物大分子的组成和结构是怎样的?细胞是怎样工作的?形形色色的细胞怎样完成多种多样的功能?基因作为遗传物质是怎样起作用的?什么机制促使细胞复制?一个受精卵细胞在发育成由许多不同类型的细胞构成的高度分化的多细胞生物的过程中怎样使用其遗传信息?多种类型细胞是怎样结合起来形成器官和组织的?物种是怎样形成的?什么因素引起进化?人类现在仍在进化吗?在一个特定的生态小生境中物种之间的关系怎样?何种因素支配着此生境中每一物种的数量?动物行为的生理学基础是什么?记忆是怎样形成的?记忆存储在什么地方?哪些因素能够影响学习和记忆?智力由何而来?除了在地球上,宇宙空间还有其他有智慧的生物吗?生命是怎样起源的?

0.3 什么是医学?

医学(medicine)是以治疗、预防生理疾病和提高人体生理机体健康为目的的学科。狭义的医学是指疾病的治疗和机体有效功能的极限恢复,广义的医学还包括养生学和由此衍生的营养学。现在世界上的医学主要包括西方微观西医学和东方宏观中医学两大体系。医学的科学性在于应用基础医学的理论使之不断得到完善和实践的验证。

医学可分为现代医学(通常说的西医学)和传统医学(包括中医学、藏医学、蒙医学等)多种医学体系。不同地区和民族都有相应的一些医学体系,印度传统医学系统被认为很发达。医学研究领域大方向包括基础医学、临床医学、检验医学、预防医学、保健医学及康复医学等。

0.4 20 世纪的生命科学

20 世纪是自然科学发展史上最辉煌的时代。进入 20 世纪以来,科学技术的发展无论在深度还是广度上都远远超过了过去几千年的总和。其间,相对论、量子理论的提出对物理学产生了深远的影响,使得人们不得不承认 20 世纪是物理学的世纪。然而,以 20 世纪 50 年代初所建立的 DNA 双螺旋结构模型为标志,近 50 年来生命科学在分子水平上的研究取得了重大进展,特别是 20 世纪最后 20 年生命科学的迅猛发展令世人瞩目:人类基因组计划的完成标志着生命科学已进入大科学时代,并引领全球进入“组学”时代;1996 年体细胞克隆绵羊多莉的诞生是 20 世纪自然科学最激动人心的科研成果之一;利用基因操作技术培育的转基因食品已

摆上了普通百姓的餐桌;基因治疗已开始用于临床来挽救生命。可以预期,随着生命科学的发展,在不久的将来世界还将会会有更多的奇迹出现。

根据权威统计,科学引文索引(science citation index, SCI)共收录全世界 4 623 种科技刊物,其中,影响因子最高的前 50 种刊物就有 43 种为生命科学刊物,占 86%。随着分子生物学的飞速发展,促使传统的物理学、化学、数学及计算机科学等众多应用科学交叉到生命科学领域,一个以生命科学为核心、多学科协同发展的自然科学新时代已经到来。由此,世界科技界公认 21 世纪是生命科学的世纪,人类已经走进生命科学世纪。

0.5 适应 21 世纪科技挑战的人才培养

21 世纪是生命科学世纪,生命科学全方位的发展呼唤着培养更多高水平的复合型科技人才。目前,大学生中所普遍存在的问题已经暴露了高校在人才培养结构和模式上的缺陷和不足,那种细分专业、过于强调专业化培养的模式使学生知识面过窄,思维僵化,缺乏创新,已经不适应科技进步和社会发展所需要的宽口径、厚基础、创造性的复合型人才。生命科学涉及面广,与其他学科的交叉融合面宽,对于医科学生尤其必要。

“生命科学导论(医学版)”是一门融合基础知识与前沿进展的综合性课程,是医学专业学生一门重要的通识课,其包括以下主要内容。

- (1) 生物多样性与生命的基本特征。
- (2) 生命的物质基础、生物体的结构和机能。
- (3) 生命的起源。
- (4) 物种进化。
- (5) 生态系统、环境与健康。
- (6) 现代生命科学与人类未来。
- (7) 生命科学的研究方法。
- (8) 生命科学的体系。

开设本课程主要是为了加深学生对生命的形态特征、生命科学探索和生命科学的重要性等几个方面的认识;通过这些内容的介绍使学生对生命的定义、发展历史和研究热点及生命科学的研究方法有一个初步而全面的印象,产生学习兴趣;通过学习掌握生命的共同特征、生命科学的主要研究方法,了解生命科学的发展历史、生物多样性及与自然的和谐等内容。

第 1 章 生物多样性与生命的基本特征

1.1 生物的分类

1.1.1 生物分类学概述

生物分类学是研究生物分类方法和原理的生物学分支学科。分类就是遵循分类学的原理和方法,对生物的各种类群进行命名和等级划分。

地球上现有的生物物种数以百万计,而且千变万化,各不相同,如果不予分类,不建立科学分类系统,那么便无从识别,难以研究和利用。由于分类的对象是形形色色的物种,都是进化的产物,因此从理论意义上讲,分类学是对生物进化的历史总结。

分类学是一门综合性学科,从古老的形态学到现代分子生物学的新成就,生物学的各个分支都可作为分类依据。分类学亦有其自己的分支学科,如以染色体为依据的细胞分类学,以血清反应为依据的血清分类学,以化学成分为依据的化学分类学,等等。动物、植物和细菌作为三门分类学各有其特点,病毒分类则尚未正式采用双名制和阶元系统。

1.1.2 生物分类学的历史

人类在很早以前就能识别生物类别并给以名称。如汉初的《尔雅》把动物分为虫、鱼、鸟、兽等四类。虫包括大部分无脊椎动物,鱼包括鱼类、两栖类、爬行类等低级脊椎动物及鲸和虾、蟹、贝类等,鸟是指鸟类,兽是指哺乳动物。这是中国古代最早动物分类,四类名称的产生时期不晚于西周。这个分类和瑞典植物学家林奈(C. Linnaeus)的六纲系统相比,只少了两栖纲和蠕虫纲。

古希腊哲学家亚里士多德(Aristotle)首次把生物分为能动的动物和不能动的植物两大界。他采取性状对比的方法区分生物类,如把热血动物归为一类,以与冷血动物相区别;把动物按构造的完善程度依次排列,给人以自然阶梯的概念。

17 世纪末,英国植物学家雷(J. Ray)曾把当时所知的植物种类进行了属和种的描述,所著的《植物研究的新方法》是林奈之前最全面的一本植物分类总结。雷还提出将“杂交不育”作为区分物种的标准。

近代分类学诞生于 18 世纪,它的奠基人是瑞典的林奈。林奈为分类学解决了两个关键问题:一是建立了双名制,对每一物种都给以一个学名,学名由两个拉丁名词组成,第一个名词代表属名,第二个名词代表种名;二是确立了阶元系统,把自然界分为植物、动物和矿物三界,在动植物界下又设有纲、目、属、种四个级别。

每一物种都隶属一定的分类系统,占有一定的分类地位,可以按阶元查对检索。林奈在1753年出版的《植物种志》和1758年第10版《自然系统》中首次将阶元系统应用于植物和动物分类。这两部经典著作标志着近代分类学的诞生。

林奈相信物种不变,他的著作《自然系统》中没有亲缘概念,其中六个动物纲是按哺乳类、鸟类、两栖类、鱼类、昆虫、蠕虫的顺序排列的。法国的拉马克(J. Lamarck)把这个颠倒了系统扳正过来,从低级到高级排列成进化系统,并把动物区分为脊椎动物和无脊椎动物两类,并沿用至今。

由于林奈的进化观点在当时没有得到公认,因而对分类学影响不大。直到1859年达尔文(C. R. Darwin)的《物种起源》出版,进化思想才在分类学中得到贯彻。达尔文明确了分类研究的意义在于探索生物之间的亲缘关系,使分类系统成为生物系谱——系统分类学由此诞生。

1.1.3 生物分类学的基本内容

分类系统是阶元系统,通常包括七个主要级别:种、属、科、目、纲、门、界。种,即物种,是基本单元,近缘的种归为属,近缘的属归为科,科隶属于目,目隶属于纲,纲隶属于门,门隶属于界。

随着研究的进展,分类层次不断增加,单元上下还可附加次生单元,如总纲(超纲)、亚纲、次纲、总目(超目)、亚目、次目、总科(超科)、亚科等。此外,还可增设新的单元,如股、群、族、组等,其中最常设的是族,介于亚科和属之间。

列入阶元系统中的各级单元都有一个科学名称,分类工作的基本程序就是把研究对象归入一定的系统和级别,成为物类单元。所以,分类和命名是分不开的。种和属的学名后常附有命名人姓氏,以表明来源,便于查找文献。变种学名亦采取三名制,分类名称要求稳定,一个属或种(包括种下单元)只能有一个学名,一个学名只能用于一个对象(属或种)。如果一个学名有两个或多个对象者,便是“异物同名”,必须对其核定最早命名对象,而其他同名对象则另取新名,这称为“优先律”。动物和植物分类学界各自制定了命名法规,所以在动物界和植物界间不存在异物同名问题。“优先律”是稳定学名的重要原则。

林奈首创的双名法规则如下:

属名	+	种名	+	(变种名)	+	命名人
名词		形容词		形容词		常用缩写(第一个字母大写)

属名首字母大写,生物学名部分均为拉丁文,并为斜体;命名人姓名部分为正体。如:

Homo sapiens L.

智人 聪明的

动物学运用双名法起始于1758年,植物学运用双名法起始于1820年,细菌学则起始于1980年1月1日。

鉴定学名是取得物种有关资料的手段,即使是前所未有的新种类,只要鉴定出其分类隶属,即可预见其一定特征。分类系统是检索系统,也是信息存取系统。许多分类著作,如基于区系调查的动植物志记述了某一国家或地区的动、植物种类情况,作为基本资料都能为鉴定、查考、研究服务。

物种是指一个动物或植物群,其所有成员在形态上极为相似,以至可以认为它们是一些变

异很小的相同有机体,它们中各成员间可以正常交配并繁育出有生殖能力的后代。物种是生物分类的基本单元,也是生物繁殖的基本单元。

物种概念反映时代思潮。在林奈时代,人们相信物种是不变的,同种个体符合于同一“模式”。模式概念源于古希腊哲学,应用到整个分类系统,即假定所有阶元系统中的各级物类单元都各自符合于一个模式。

物种的变与不变曾经是进化论和特创论斗争的焦点,两种观点势不两立。但是分类学的事实说明,每一物种各有自己的特征,没有两个物种完全相同;而每个物种又保持一系列祖传特征,据之可以决定其界、门、纲、目、科、属、种的分类地位,并反映其进化历史。

分类工作的基本内容是区分物种和归并物种,前者是种级和种下分类,后者是种上分类。种群概念提高了种级分类水平,改进了种下分类,其要点是以亚种代替变种。亚种一般是指地理亚种,是种群的地理分化,具有一定的区别特征和分布范围。亚种分类反映物种分化,突出了物种的空间概念。

变种这一术语的用法过去很杂,有的指个体变异,有的指群体类型,意义很不明确,因此在动物分类中已被废除。在植物分类中,一般用于区分居群内部的不连续变体。生态型是生活在一定生境而具有一定生态特征的种内类型,常用于植物分类。人工选育的动、植物种下单元称为品种。

由于种内、种间变异错综复杂,有时分类学家对种的划分分歧很大。根据外部形态的异同程度而划分的物种称为形态种。对各种形态特征的重要性认识不一,使划分的种因人而异,尤其是分类学家对某些特征的“加权”常使它们比其他特征更具重要性,从而造成主观偏见。

一个物种或物类,乃至整个植物界和动物界,都有自己的历史。研究系统发育就是探索种类之间的历史渊源,以阐明亲缘关系,为分类提供理论依据。在分类学派中有综合(进化)分类学、分支系统学和数值分类学三大流派,其基本原理都有许多共同之处,区别在于各自强调不同的方面。

特征对比是分类的基本方法。所谓对比是异同的对比:“异”是区分种类的根据,“同”是合并种类的根据。分析分类特征,首先要考虑反映共同起源的共同特征,但其中有同源和非同源的不同。例如,鸟类的翼和兽类的前肢是同源器官,可以追溯到共同祖先,是“同源特征”;恒温对于鸟兽是分别起源的,并非来自共同祖先,是“非同源特征”。系统分类采用同源特征,而非非同源特征。

林奈把生物分为两大类群,即固着的植物和活动的动物。两百多年来,随着科学的发展,人们逐渐发现这个两界系统存在着不少问题,但直到 20 世纪 50 年代,这种分类仍为一般教科书所遵从,基本上没有变动。

最初的问题产生于中间类型,如眼虫综合了动、植物两界的双重特征,既有叶绿体而营光合作用,又能行动而摄取食物。植物学家把它们列为藻类,称为裸藻;动物学家把它们列为原生动物,称为眼虫。中间类型是进化的证据,也成为分类学的难题。

为了解决这一难题,在 19 世纪 60 年代,人们建议设立一个由低等生物所组成的第三界,取名为原生生物界,包括细菌、藻类、真菌和原生动物。这个三界系统解决了动、植物界限难分的问题,但未被接受。整整 100 年后,直到 20 世纪 50 年代,该系统才开始流行了一段时间,为不少教科书所采用。

生命发展经历了几个重要阶段。最初的生命应是非细胞形态的生命,在细胞出现之前,必须有个“非细胞”或“前细胞”阶段。病毒即是一类非细胞生物,只是关于它们的来历,是原始类型还是次生类型,尚无定论。

从非细胞到细胞是生物发展的第二个重要阶段。早期的细胞是原核细胞,早期的生物称为原核生物(细菌、蓝藻)。原核细胞构造简单,没有核膜,没有复杂的细胞器。

从原核到真核是生物发展的第三个重要阶段。真核细胞具有核膜,整个细胞分化为细胞核和细胞质两个部分。细胞核内具有复杂的染色体装置,成为遗传中心;细胞质内具有复杂的细胞器结构,成为代谢中心。核质分化的真核细胞,其机体水平远远高于原核细胞。

从单细胞真核生物到多细胞真核生物是生物发展的第四个重要阶段。随着多细胞体系的出现,发展出了复杂的组织结构和器官系统,最后产生了高级的被子植物和哺乳动物。

植物、菌类和动物组成生态系统的三个环节。绿色植物是自养生物,是自然界的生产者。它们通过叶绿素进行光合作用,把无机物质合成为有机养分,供应自己的同时又提供给异养生物。菌类是异养生物,是自然界的分解者。它们从植物得到有机食料,又把有机食料分解为无机物质,反过来为植物提供生产原料。动物亦是异养生物,它们是消费者,是地球上最后出现的一类生物。

即使没有动物,植物和菌类仍可以存在,因为它们已经具备了自然界物质循环的两个基本环节,能够完成循环过程中合成与分解的统一。但是,如果没有动物,生物界不可能这样丰富多彩,更不可能产生人类。植物、菌类和动物代表生物进化的三条路线和三大进化方向。

1.1.4 自然分类证据

1.1.4.1 同功器官和同源器官

同功器官(analogous organ)指在功能上相同,有时形状也相似,但其来源与基本结构均不同。如蝶翼与鸟翼均为飞翔器官,但蝶翼是膜状结构,由皮肤扩展形成,而鸟翼是由脊椎动物前肢形成的,内有骨骼、外有羽毛。又如鱼鳃与陆栖脊椎动物的肺均为呼吸器官,但鱼鳃的鳃丝来自外胚层,而肺来自内胚层。

同源器官(homologous organ)指不同生物的某些器官基本结构、各部分和生物体的相互关系及胚胎发育的过程彼此相同,但在外形上有时并不相似,功能上也有差别。脊椎动物的前肢如鸟的翅膀、蝙蝠的翼膜、鲸的胸鳍、狗的前肢及人的上肢,虽然具有不同的外形,功能也并不尽相同,但却有相同的基本结构:内部骨骼都是由肱骨、前臂骨(桡骨、尺骨)、腕骨、掌骨和指骨组成;各部分骨块和动物身体的相对位置相同;在胚胎发育上从相同的胚胎原基以相似的过程发育而来。它们的一致性证明这些动物是从共同的祖先进化来的。但是这些动物在不同的环境中生活,向着不同的方向进化发展,该器官为了适应于不同的功能,因而产生了表面形态上的分歧。陆生脊椎动物的肺和鱼鳃也是同源器官。从胚胎发育看,肺和鳃同出于胚胎期原肠管的突出;从进化上看,两栖类的肺是从古代总鳍鱼的鳃演变而来的。植物也同样具有同源器官,如马铃薯的块茎和葡萄的卷须都是茎的变态,豌豆的卷须和小檗的刺都与叶是同源器官。在比较解剖学中特别注意同源器官的研究,它们为生物进化提供了直接的证据。

1.1.4.2 生物的科学分类

通常根据对物种间生物化学、免疫学、遗传学及分子生物学的研究结果,确定物种间亲缘

关系并将其应用到分类学中。生物间免疫反应的强弱、同源的生物大分子的氨基酸顺序的差异、DNA 和 RNA 的核苷酸顺序的差异等都是极为有效的分类标准。如血红蛋白和细胞色素 c,两者在进化过程中均较保守,物种间差异较小,可用来确定不同物种间亲缘关系的远近。

细胞色素 c 是具有 104~112 个氨基酸的多肽,在进化上保守,200 万年才发生 1% 的改变。人与各种生物的细胞色素 c 的氨基酸差异如下:

黑猩猩—0; 猕猴—1; 狗—11; 金枪鱼—21; 酵母菌—45

利用生物大分子进化状况绘出生物界的系统树,和利用化石、比较形态学编制的系统树,是基本一致的,这说明以前利用形态特征制定的系统分类是正确的。

抗体抗原反应:抗血清(物种 A)+血清(物种 B),其中发生强沉淀的其亲缘关系较近(表 1-1)。

表 1-1 家兔抗人血清与几种动物血清的滴定比值

人	黑猩猩	大猩猩	长臂猿	狒狒	蛛猴	狐猴	刺猬	猪
100	97	92	79	75	58	37	17	8

1.1.4.3 系统树

根据古生物学、比较形态学、分子生物学等知识,按亲缘关系将所有的生物门类排成一个树形图。系统树由海克尔(E. Haeckel)提出,他绘制了动物界和植物界全部的系统树,给生物学以很大的推动。但也有人认为,生物的系统关系不一定是树形的,把系统的图解(diagram)称为系统树是不恰当的。时至今日,科学家仍继续制作各种系统树,并且已相当普及。

1.1.4.4 生物的分界



图 1-1 魏泰克的五界系统示意图

1969 年,美国生物学家魏泰克(R. H. Whittaker)在已区分了植物与动物、原核生物与真核生物的基础上,又根据真菌与植物在营养方式和结构上的差异,把生物界分成了原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界五界,即五界系统(图 1-1)。

五界系统反映了生物进化的三个阶段和多细胞阶段的三个分支,是有纵有横的分类。从纵的方面看,它显示了生命历史的三大阶段:原核阶段、真核单细胞阶段和真核多细胞阶段。从横的方面看,它展现了生物进化的三大方向:光合作用的植物、吸收式营养的真菌和摄食式营养的动物。缺点是原生生物界仍然庞杂,包括全部原生动物和红藻、褐藻、绿藻以外的其他真核藻类,往往与动、植物混淆不清;病毒这一大类非细胞生物还没有被包括进去等。五界分类系统由于得到现代分子生物学资料的有力支持,很快被广泛接受,目前已成为生物分类的基础。

20 世纪 70 年代以来,我国学者陈世骧(1977 年)及国外一些学者对五界系统提出修订,针对五界系统存在的问题提出了一个更为完善的两总界(六界)系统,即原核总界和真核总界,六界包括病毒界、裂殖界、蓝藻界、真菌界、植物界、动物界。

表 1-2 列举了五界系统中五大生物类群之间的主要区别。

表 1-2 生物的分界

五界系统	原核生物界	原生生物界	真菌界	植物界	动物界
细胞	原核	真核	真核	真核	真核
纤毛	细菌鞭毛	鞭毛	9+2	9+2	9+2 或鞭毛(9+2)
细胞壁	有	有或无	有	有	无
细胞数	单细胞或群体			多细胞	
营养方式	异养,自养(光能、化能)	异养,光能自养	异养	光能自养	异养

1.2 生物的主要类群

1.2.1 病毒

1.2.1.1 简介

病毒(virus)是一类体积微小、结构简单、只含一种类型核酸(DNA 或 RNA)、严格活细胞内寄生、以复制方式增殖的非细胞型微生物。病毒不是真正的生物,能结晶,不具细胞形态,不具备代谢必需的酶系,也不能产生 ATP,所以病毒不能独立进行各种生命活动。由于病毒结构非常简单,常被用于研究分子生物学的材料。动、植物的很多疾病均由病毒引起,如艾滋病由人类免疫缺陷病毒(human immunodeficiency virus, HIV)引起,流行性乙型脑炎病毒(epidemic type B encephalitis virus)和森林脑炎病毒(forest encephalitis virus)引起脊椎动物急性或隐性的短期感染。在其媒介(蚊或蜱)体内由于没有特异性免疫,病毒可长期繁殖存在。烟草花叶病毒(tobacco mosaic virus, TMV)是最早分离出来的病毒。当 TMV 被纯化或结晶,将结晶病毒注入烟草中,病毒仍然能恢复活性,繁殖生长,并引起烟草患病。

1.2.1.2 病毒结构

病毒很小,多数单个病毒粒子的直径在 100 nm 左右,即把 1 万个左右的病毒粒子排列起来用肉眼才能勉强看到。病毒颗粒由核酸芯子和蛋白质衣壳构成。核酸芯子为 DNA 或 RNA 分子,一般只能含其中一种,单链或双链,核苷酸数目从几千个到 25 万个。蛋白质衣壳由衣壳体亚单位按一定的规律排列而成,给予病毒不同的形态。

动物病毒往往外被囊膜,是细胞膜或核膜的一部分,表面有糖蛋白分子。糖蛋白分子与宿主细胞膜上的受体识别后,病毒就能侵入寄主细胞。

1.2.1.3 病毒类型

病毒必须在活的细胞中过寄生生活才能生存,因此各种生物的细胞便成为病毒的“家”。根据宿主的不同,可将病毒分为动物病毒、植物病毒、细菌病毒(噬菌体)和拟病毒(寄生在病毒中的病毒)等多种类型。

寄生在人或其他动物身上的病毒称为动物病毒,如人类的天花、肝炎、流行感冒、麻疹等疾病,动物的鸡瘟、口蹄疫等,都是因为病毒寄生于人体及家禽细胞而引起的。

寄生在植物体上的称为植物病毒,如烟草花叶病、大白菜孤丁病、马铃薯的退化病都是由

植物病毒引起的。

还有一类寄生在细菌体内,以菌为食,因此称为噬菌体(phage),是细菌病毒。

有的病毒甚至没有蛋白质,只含有具有单独感染性的较小型的核糖核酸(RNA)分子(类病毒),或只含有不具备感染性的 RNA 分子(拟病毒)和没有核酸而有感染性的蛋白质颗粒(朊病毒)。我们把后三类统称为亚病毒。

1.2.1.4 病毒的繁殖

病毒只有在进入细胞后才能进行繁殖。

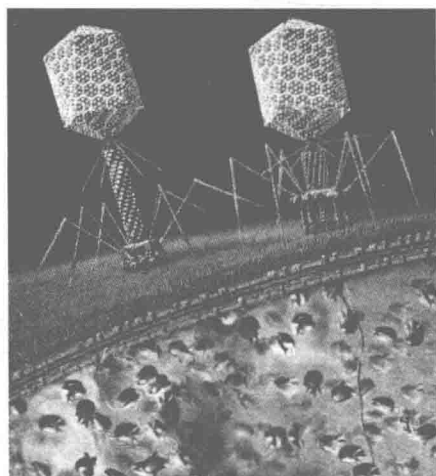


图 1-2 病毒侵入模拟图
(引自 Russell Kightley Media)

1. 噬菌体繁殖过程

噬菌体首先识别寄主细胞,之后尾丝、尾部顶端附着寄主细胞壁,将核酸分子注入细菌(有壁)细胞内,然后在细菌细胞内复制噬菌体 DNA,接着以噬菌体的 DNA 为模板转录 mRNA, mRNA 翻译为蛋白质,组装成新的病毒个体。其特点是噬菌体繁殖所需的 ATP、酶、核苷酸、氨基酸等均由寄主细胞提供。

噬菌体又分为溶菌性噬菌体和溶原性噬菌体。溶菌性噬菌体使细菌破裂死亡,溶菌周期(病毒侵入和释出所需时间)为 20~30 min。溶原性噬菌体(lysogenic phage)亦称为温和噬菌体(temperate phage),其基因与寄主菌染色体整合,不产生子代噬菌体,但噬菌体 DNA 能随细菌 DNA 复制,并随细菌的分裂而传代。但是,溶原性噬菌体有时也可以脱离

寄主 DNA 进入溶菌周期,从而在寄主细胞内复制增殖,产生许多子代噬菌体,并最终裂解细菌(图 1-2)。

2. 真核细胞病毒的繁殖

动物病毒由动物吞入(吞毒作用),囊膜与寄主细胞膜融合,病毒衣壳被酶消化;植物病毒随昆虫(蚜虫)的口器进入细胞,然后通过胞间连丝在植物体内扩散。病毒核酸在寄主细胞质内复制或核内复制,并以病毒核酸为模板转录病毒 mRNA;病毒 mRNA 在细胞的核糖体上翻译、合成蛋白质,组装成衣壳;再由核酸、衣壳组装成新病毒,随细胞破裂而释放,几千个到 100 万个,并携带来自细胞膜或核膜的囊膜(图 1-3)。

3. RNA 病毒的复制

RNA 病毒的复制包括 RNA→RNA 的复制和 RNA→DNA→RNA 的复制。

(1) RNA→RNA 的复制。病毒 RNA 起

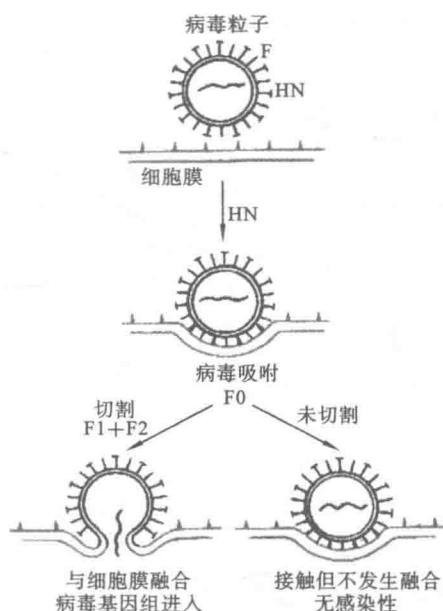


图 1-3 副黏病毒通过膜融合侵入

mRNA 的作用,在寄主核糖体上合成 RNA 转录酶,并以病毒 RNA 为模板合成新的 RNA,而病毒本身携带转录酶,如冠状病毒、呼肠孤病毒、正链 RNA 噬菌体及双 RNA 病毒。

(2) RNA→DNA→RNA 的复制。以自身 RNA 为模板在寄主细胞内合成 cDNA,然后 cDNA 整合入寄主染色体 DNA 成原病毒,原病毒转录产生新病毒 RNA,同时产生 mRNA 翻译出病毒蛋白,组装成新的病毒,并以出芽的方式从寄主细胞中释放出去。如 HIV 和一些肿瘤病毒为逆转录病毒。

1.2.1.5 病毒病

病毒病非常广泛,如动物的口蹄疫,人的天花、乙型肝炎、艾滋病、狂犬病、脊髓灰质炎等。以下重点介绍艾滋病。

人的艾滋病是由人类免疫缺陷病毒(HIV)感染引起的。HIV 为一种逆转录病毒,含 2 个单链 RNA 分子,HIV 把人体免疫系统最重要的 T4 淋巴组织作为攻击目标,大量破坏 T4 淋巴组织,产生高致命性的内衰竭。这种病毒在地域内终生传染,破坏人的免疫平衡,使人体成为各种疾病的载体。免疫系统被 HIV 破坏后,人体由于抵抗能力过低,丧失复制免疫细胞的机会,并感染其他的疾病,最终导致各种复合感染而死亡。HIV 在寄主细胞内逆转录成 DNA,再整入染色体成原病毒而潜伏,人和其他哺乳动物的免疫系统对此无能为力。它可重新产生新病毒,每繁殖一次都产生变异,使得寄主细胞的免疫系统不能发挥作用,一般药物也不起作用。HIV 在人体内的潜伏期平均为 9 年至 10 年,在发展成艾滋病病人以前,病人外表看上去正常,他们可以在没有任何症状的情况下生活和工作很多年。

目前,人类正在积极研制艾滋病的治疗方法及药物,鸡尾酒疗法是其中效果较好的一种。鸡尾酒疗法原指“高效抗逆转录病毒治疗”(HAART),由美籍华裔科学家何大一于 1996 年提出,是通过三种或三种以上的抗病毒药物联合使用来治疗艾滋病。该疗法的应用可以减少单一用药产生的抗药性,最大限度地抑制病毒的复制,使被破坏的机体免疫功能部分甚至全部恢复,从而延缓病程进展,延长患者生命,提高生活质量。该疗法把蛋白酶抑制剂与多种抗病毒的药物混合使用,从而使艾滋病得到有效控制。越来越多的科学家相信,混合药物疗法是对付艾滋病的最有效治疗方法,既可阻止艾滋病病毒繁殖,又可防止体内产生抗药性的病毒。

近年来,人类在艾滋病疫苗的研究上取得了较大的进步,2013 年 6 月 21 日,研究人员在南非第六届艾滋病大会上宣布:目前世界上唯一被证明部分有效的 RV144 艾滋病疫苗,已在南非展开试验。RV144 艾滋病疫苗已经过 20 多年的研制,2009 年曾在泰国进行过试验,这种疫苗能够帮助部分人避免感染,但有效性只有 31.2%,下一次大规模的艾滋病疫苗测试,也将在南非展开。

1.2.1.6 亚病毒

1. 类病毒

类病毒(viroid)是一类仅由裸露的 RNA 组成的颗粒,RNA 长 300~400 个碱基。类病毒的大小仅是正常病毒的十分之一。类病毒通常感染高等植物,是几种重要经济作物的病原,如造成马铃薯纺锤块茎病、柑橘裂皮症和黄瓜白果病等。其特点是无蛋白质外壳,仅有一个由 300 多个核苷酸构成的单链环状或线形的 RNA 分子。类病毒可能来自于基因中的某些内含子。