

图说病毒

陈为民 主编



湖北科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

图说病毒 / 陈为民主编 .

— 武汉 : 湖北科学技术出版社 , 2017. 5

ISBN 978-7-5352-8447-1

I . ①图… II . ①陈… III . ①病毒—普及读物
IV . ① Q939.4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 008225 号

责任编辑 冯友仁

装帧设计 喻 杨

出版发行 湖北科学技术出版社

地 址 武汉市雄楚大街 268 号

(湖北出版文化城 B 座 13 ~ 14 层)

邮 编 430070

电 话 027-87679447

网 址 <http://www.hbstp.com.cn>

印 刷 武汉立信邦和彩色印刷有限公司

邮 编 430026

开 本 889 × 1194 1/16 7.5 印张

版 次 2017 年 5 月第 1 版

2017 年 5 月第 1 次印刷

字 数 180 千字

定 价 45.00 元

(本书如有印装质量问题, 可找承印厂更换)

编委会

主 编 陈为民

副主编 王孙致远 陈一诺

绘图与设计 陈为民

撰 编 (按姓氏笔画排列)

王孙致远 王雨舟 王 磊

孙雅萍 李 雄 李丹秦

但 丹 吴迪雯 陈为民

陈一诺 陈旭麒 张 念

张云凯 张 璨 罗 弦

林子涵 周晓阳 赵 真

唐利军 高 兴 袁逸娴

黄玉成 谢淑杨 熊 瑛

序 言

当人类进入科学技术日新月异的 21 世纪，SARS、疯牛病、中东呼吸综合征的局部暴发以及禽流感所带来的世界性恐慌，使病毒性疾病更加引人关注。尽管现代医学水平有很大提高，但病毒性疾病的治疗仍然存在困难，因此做好预防工作就显得尤为重要。社会大众迫切希望得到有关病毒性疾病的防治知识。

在这样的背景下，武汉大学中南医院陈为民等人编写了科普读物《图说病毒》一书。该书内容较丰富，条理清晰，深入浅出地介绍了病毒及其相关疾病的知识，旨在帮助广大民众了解相关知识，增强防控意识，提高健康水平。该书通俗易懂，图文并茂，富有趣味性，可作为普通大众了解病毒及相关疾病的科普书籍。



桂希恩，武汉大学中南医院传染病学教授，病毒学专家，中国艾滋病防治专家指导组成员，贝利马丁奖获得者。

前言

病毒在人类日常生活中总是无影无形，犹如鬼魅，难以消灭，难以防范，时常要人性命。如果您曾经得过病毒性流感，您一定深切地感受到病毒极强的传染性和难治疗性。如果联想到禽流感病毒的流行时引起的恐慌，无不让人心有余悸。我们会忍不住要问，病毒是什么样的妖魔鬼怪，竟有如此大的杀伤力？

病毒是颗粒微小、结构简单、寄生性严格的一类非细胞型微生物，由蛋白质和核酸组成，只能在宿主细胞内增殖。20多年来，许多我们熟悉的病毒从未歇息，时有大的暴发性流行肆虐，同时，新的病毒，特别是致死性强的新病毒不断地冒出来危害人类。经过科学家100余年的不懈努力研究，我们对病毒的了解日益加深，逐步揭示了病毒的形态、结构、大小、生物学特征以及病毒与人类、自然界的相互关系等。

建设健康中国是每一个人的责任。社会大众迫切希望了解病毒方面的知识，得到专业的防治技术指导，而有关介绍病毒的科普书籍很少，正是这种迫切的需求和作为专业人士的责任感，催生了《图说病毒》这部科普书籍的出版。但是病毒种类繁多、面目复杂各异，人们不易辨识。特别是青少年，要他们专注地去认真辨识那些面目可憎的病毒，并了解其危害，几乎是很难完成的任务。为了让青少年更容易认知病毒，于是我们在本书编写过程中选择了他们更喜闻乐见的卡通形象，采取了当下流行的扁平化设计风格，精心设计了系列卡通人物，以图解形式讲述病毒相关知识。一方面力保画面的美观和富有设计感，用形象生动、活泼可爱的画面吸引读者；另一方面用通俗易懂的文字高效地表达出病毒学相关知识信息，让青少年和儿童乐于去认识病毒，了解其特征、传播形式和途径、临床表现，知道如何预防和治疗有关病毒性疾病。

在本书的创作过程中，我们遇到过不少曲折和困惑。由于专业差异，很多医学文献、图片对没有专业病毒知识的绘图与设计人员来说是难以理解的，于是在将专业医学知识转化为图解形式时遇到了困难。为此，笔者花费了大量的时间反复与创作成员沟通，查阅大量的相关资料，一起学习研究，科学

理解把握每一种病毒的特性和传播过程；不断讨论、琢磨、修改，将相关知识转化为通俗、活泼、吸引人的形式，通过一幅幅插图表现出来，以求呈现出的内容全面丰富，形式形象生动，文字说明通俗易懂，图文并茂，一目了然，易于记忆，达到形式和内容的严谨、通俗、科学和人文有机统一的最佳表现效果。

英国宇宙学家马丁·里斯预言，地球在未来 200 年内将面临十大迫在眉睫的灾难，人类能够幸免的机会只有 50%，而传染病就是其中一种可能。一位获得诺贝尔奖的科学家曾经说过：“能对人类在地球上继续主宰地球造成威胁的，就唯有病毒。”人类历史上，传染病对人类的杀伤数量，远远超过了所有战争死亡人数的总和。

当今病毒学研究成果和科普的作品种类很多，且与时俱进。《图说病毒》这本小册子全面反映病毒知识是不可能的。如果本书能吸引并带领读者走进病毒的世界，了解和掌握一些基本的病毒知识和病毒性疾病的防治方法，做到无病早防，有病早治，对弘扬科学精神有点帮助，我们就感到莫大的欣慰。

最后，笔者要对曾经给予自己极大支持的中科院武汉病毒研究所赵林先生与湖北科学技术出版社医卫分社冯友仁编辑、TEEN 工作室，表示衷心感谢。此外，本书引用了部分其他书籍以及网络上的图片、论文，在此对作者表示深深的谢意！

陈为民
于武汉东湖湖畔

目 录

第一章 病毒的概念及病毒的发现	001
第二章 病毒的形态结构	003
第三章 病毒与细菌的区别	005
第四章 病毒的分类	007
第五章 病毒的增殖方式	009
第六章 病毒的变异与进化	011
第七章 病毒的传播历程	013
第八章 病毒的生存环境	014
第九章 病毒的致病机理	015
第十章 病毒性疾病的流行过程	017
第十一章 病毒性疾病的预防	020
第十二章 病毒性疾病的治疗	023
第十三章 埃博拉病毒——西非人民的噩梦	026
第十四章 “中东呼吸综合征”冠状病毒——病死率高于“SARS”	030
第十五章 流感病毒——常引起全球性大流行	034
第十六章 禽流感病毒——可感染人的禽类病毒	038
第十七章 SARS 病毒——来无影、去无踪的“神秘杀手”	042
第十八章 艾滋病毒——“超级癌症”的元凶	046
第十九章 狂犬病毒——发病死亡率 100%	050
第二十章 乙肝病毒——“中国第一病”元凶	054
第二十一章 柯萨奇病毒——“手足口病”的罪魁祸首	058
第二十二章 带状疱疹病毒——引起婴幼儿水痘的“常客”	062
第二十三章 乙脑病毒——严重危害儿童神经系统元凶	065
第二十四章 轮状病毒——引起婴幼儿腹泻	069
第二十五章 腮腺炎病毒——多感染学龄期儿童	072
第二十六章 脊髓灰质炎病毒——“小儿麻痹症”真凶	075
第二十七章 麻疹病毒——侵袭人体呼吸道	079



第二十八章 风疹病毒——引起全身性皮炎	083
第二十九章 汉坦病毒——导致“肾综合征出血热”	086
第三十章 登革病毒——广泛流行于热带及亚热带	091
第三十一章 口蹄疫病毒——偶见感染人类	095
第三十二章 新型布尼亚病毒——“蜱虫病”的元凶	098
第三十三章 朊病毒——人类“疯牛病”	101
第三十四章 寨卡病毒——美洲 2016 年新疫情	105
第三十五章 天花病毒——人类最恐怖的“屠杀者”之一	109
参考文献	112



第一章

病毒的概念及病毒的发现

什么叫病毒？有什么特点？我们会禁不住好奇地问。

病毒（virus）连细胞结构都没有，是一类比较原始的有生命特征的非细胞生物。它们结构简单、形态各异，甚至有的只是单独的核酸大分子。它们是微生物中最小的生命实体，它们不能独立生存，必须待在活细胞中过寄生生活和繁衍后代，因此各种生物的细胞便成为病毒的“家”。

最早 virus 一词传到中国，有人把它译成“毒素”。我国微生物学界的老前辈俞大维先生最初音译为“威罗斯”，后来改为“病毒”，即能致病的毒物。

病毒的特点是：

- ① 形体微小。具有比较原始的生命形态和生命特征，缺乏细胞结构。
- ② 只合成一种核酸，DNA 或 RNA。
- ③ 依靠自身的核酸进行复制，装配子代病毒必需的遗传信息。
- ④ 缺乏完整的酶和能量系统。
- ⑤ 严格的细胞内寄生，任何病毒都离不开寄主细胞独立复制和增殖。

病毒究竟为何物？病毒的形状和本质一直吸引和困惑着世界各国的科学家，人们研究了长达半个世纪后才得到了答案，而且科学家两次与之擦肩而过。这样一种微小的生命体是怎样被发现的呢？这其中经历了哪些曲折？让我们一起来看看吧。

谈起病毒的发现，首先要提到的就是烟草花叶病毒。19 世纪末，烟草种植业蓬勃发展，但有种名为“烟草花叶病”的植物疾病严重危害着烟草生长。染病烟叶（如图 1-1）在烤晒之后颜色不均、烟味变差，品质大为降低，损失可达 50% ~ 70%。因此，人们开始了对烟草花叶病的研究。

1886 年，荷兰籍法国人麦尔将感染的烟草花叶病株的叶液注射到健康烟草的叶脉，诱发了花叶病，这是世界上第一个证明病毒是通过叶液传播的创造性实验。

1892 年，俄国人伊万诺夫斯基（如图 1-2）不但确认了麦尔的实验，而且还发现该病原体能穿过细菌所不能穿过的未上釉的陶瓷过滤器（如图 1-3）。遗憾的是，



图 1-1 染病烟叶



图 1-2 伊万诺夫斯基



图 1-3 细菌过滤器

他本人并没有意识到这一现象的重要意义——穿过过滤器的就是病毒，反而抱怨过滤器出了毛病。这两位学者生活在巴斯德所创造的细菌学说的极盛时代，没有足够的勇气冲破思想的无形禁区，都错误地认为造成烟草花叶病的是细菌。莫让常识遮望眼，伊万诺夫斯基眼睁睁看“病毒”溜走。

直到 1898 年，荷兰的细菌学家贝杰林克（如图 1-4）重复和肯定了伊万诺夫斯基的结果，打破束缚，敢于正视现实，认为引起烟草花叶病的致病因子是一种不能用普通显微镜看到，也不能在人工细菌培



图 1-4 贝杰林克

养基（如图 1-5）上生长，但能够通过最细微的细菌滤膜，并且只能在活的植物体组织中繁殖的有机体。贝杰林克给这种有别于细菌的有机体取了一个拉丁名叫“virus”，即“病毒”。所以真正发现病毒存在的是贝杰林克。

几乎是同时，德国细菌学家勒夫勒（Loeffler）和费罗施（Frosh）发现引起牛口蹄疫的病原物也可以通过细菌过滤器，从而再次证明伊万诺夫斯基和贝杰林克的重大发现。神奇的病毒“诞生”了！



图 1-5 细菌琼脂培养基



第二章 病毒的形态结构

自 1898 年烟草花叶病毒被发现后，人们陆续发现了更多的病毒。特别是从 20 世纪 50 年代以后，由于新方法、新技术的应用，人们观察到每种病毒都有自身独特的“模样”。你想知道可怕的病毒究竟长什么样吗？现在就和我们一起来学习吧。

病毒的种类繁多，形态各具特点（如图 2-1）：有的呈球状或杆状，有的呈丝状或多角状，还有的呈蝌蚪状等等。病毒极其微小，多数病毒直径仅在 100 纳米（nm）左右（1 毫米 = 1 000 微米，1 微米 = 1 000 纳米）。把 10 万个左右的病毒粒子排列在一起，才有 1 毫米，我们的肉眼才能勉强看到它的真实面目。

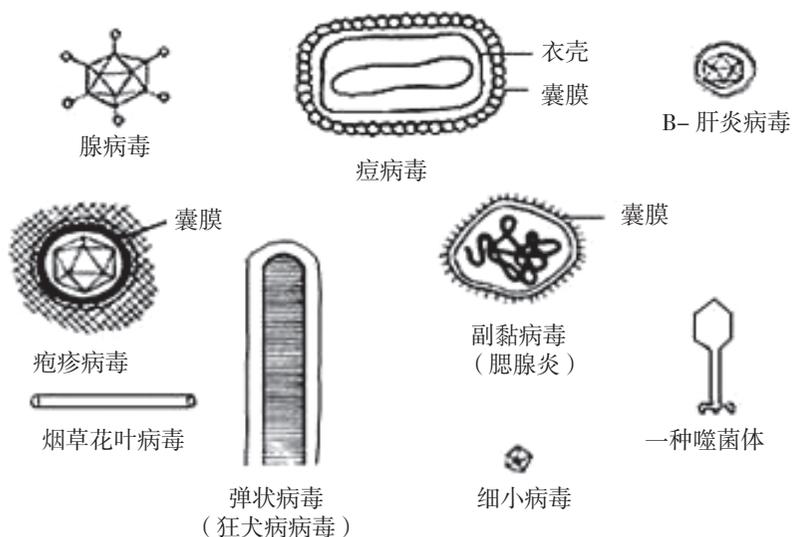


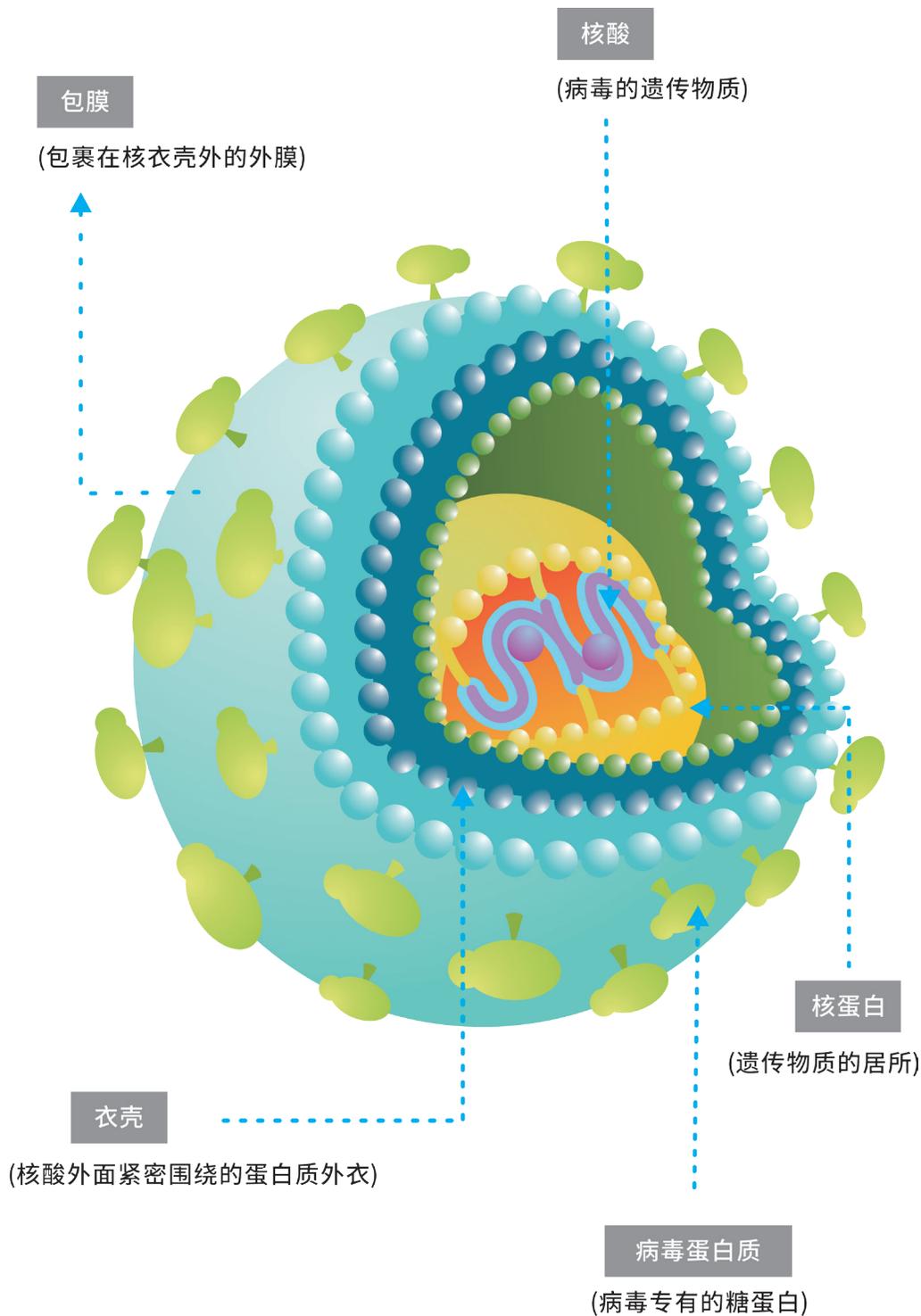
图 2-1 病毒的形态

病毒虽然形态大小各异，结构却十分相似。一个完整的病毒体是由核酸和衣壳两部分组成。核酸位于病毒的内部，构成病毒的核心，核酸的四周由蛋白质构成的衣壳所包围。

病毒的形状往往同其壳体的基本结构有着紧密的联系。如棒状病毒的壳体为螺旋对称，球形病毒的壳体一般为二十面体对称，复杂形状的病毒则为较复杂的复合对称。衣壳还充当“护花使者”的角色，保护内部核酸，使其免遭外部不良环境的破坏。我们把核酸和衣壳合称为核衣壳。有些病毒很简单，仅由核衣壳构成，如烟草花叶病毒。而有些病毒核衣壳外面，还有一层由蛋白质、多糖和脂类构成的膜，称为囊膜。囊膜还会生有刺突，如流感病毒。



病毒结构





第三章

病毒与细菌的区别

病毒和细菌都是自然界广泛存在的微生物。二者都体型微小、种类繁多、数量庞大，并且都不为人类肉眼所见。既然如此，那么怎样才能区分病毒和细菌呢？下面我们就为你揭晓它们之间的区别。

一、形态差异

二者虽同是微生物，但形态有很大差异。细菌直径一般在几微米到几十微米，而病毒仅为几纳米到几十纳米（1微米=1 000 纳米），也就是说，细菌一般要比病毒大几百甚至几千倍（如图 3-1）。因此，对于病毒而言，细菌绝对称得上是“庞然大物”了。对于细菌，人们一般使用光学显微镜（如图 3-2）就可以观察到，但要观察病毒则必须使用能够放大数万倍的电子显微镜（如图 3-3）才行。

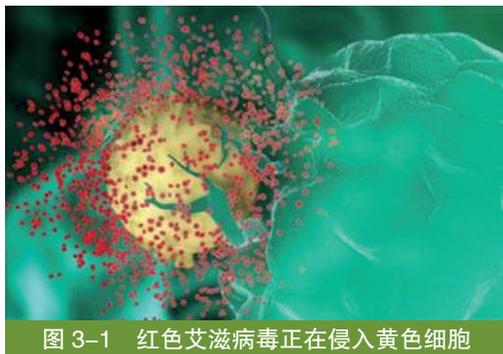


图 3-1 红色艾滋病毒正在侵入黄色细胞



图 3-2 普通光学显微镜



图 3-3 透射电子显微镜

二、结构差异

细菌具有完整的细胞结构，包括细胞壁、细胞膜、细胞质、细胞核等，病毒没有这些结构。与细菌（如图 3-4）结构相比，病毒（如图 3-5）结构非常简单，仅由一个蛋白质（或多肽）外壳和核心构成。有些病毒还有囊膜和刺突。



三、代谢差异

细菌具有完整的细胞结构（如图 3-4），具备完整的酶系统和能量代谢系统，能够独立地进行生长繁殖。相对于细菌，病毒缺乏完整的酶系统，也不具有核糖体，没有合成能量的能力，因而不具备代谢机能。病毒是绝对的细胞内寄生，所需的一切物质及能量都来源于宿主细胞。因此，病毒可以说是一个不折不扣的“强盗”。此外，病毒必须在活细胞内才能够生存增殖，一旦脱离了活细胞，这个貌似顽强的小家伙很快就会“一命呜呼”。

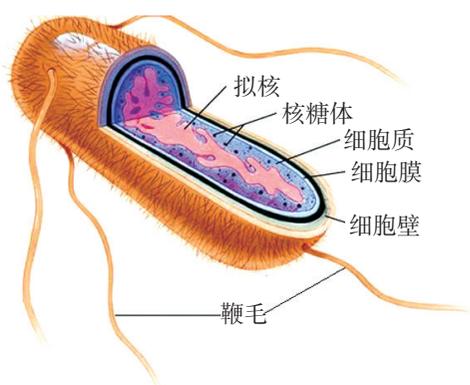


图 3-4 细菌结构

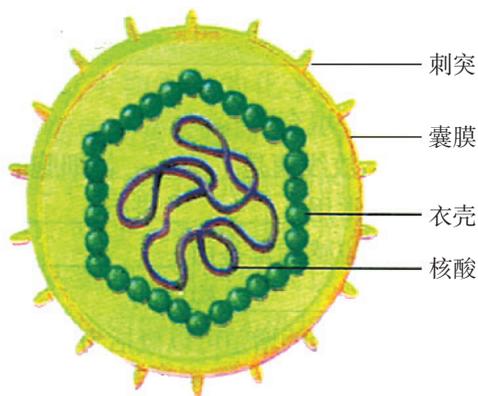


图 3-5 病毒结构

四、抗药性差异

病毒和细菌当中的很多种类都能对人类产生巨大的危害。对于细菌感染，人类不仅发现了多种抗生素（如图 3-6）进行治疗，而且还开发了许多疫苗进行预防。但是对于病毒感染，使用抗生素治疗是没有效果的，一些烈性病毒性传染病如艾滋病、SARS、埃博拉等目前也无法进行免疫预防，只能根据症状对症治疗。因此，针对病毒感染的防治是当前医学研究的热门。



图 3-6 形形色色的抗生素

第四章 病毒的分类

自从 1898 年贝杰林克首次提出“病毒”的概念以来，已经过去了 100 多年。病毒一直在“扩军”，病毒种类由最初的几十种、后来的几百种，发展到今天的 4 000 多种，为了更好地管理这支部队，国际病毒分类委员会已提出和多次修订了病毒的命名和分类原则，并且建立了由目、科（亚科）、属和种分类阶元构成的分类系统。大约每隔 3 年发布一次新的病毒分类命名系统。每次均做一些适当的修改和调整。因为分类的科学性、合理性和统一性标志着人类对病毒的了解的广度和深度。随着病毒学研究的不断深入，尤其是病毒基因和基因组研究的推进，病毒的分类命名方法也将不断向前发展。

病毒只有寄生在其他生物细胞中才能繁殖。根据它们依赖的各种不同的宿主，我们把病毒分为动物病毒、植物病毒、细菌病毒和真菌病毒等四大类。此外，还有更加专业的分法，是根据病毒的基因组组成和遗传物质的复制方式进行分类。

① 动物病毒：专门寄生在人或其他动物身上的病毒，如疱疹病毒等（如图 4-1、图 4-2）。

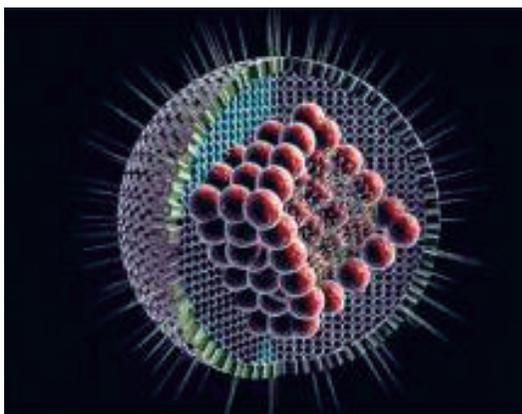


图 4-1 疱疹病毒三维图



图 4-2 人感染疱疹病毒



② 植物病毒：专门寄生在植物体上的病毒，如番茄斑萎病毒（如图 4-3、图 4-4）。



图 4-3 感染了番茄斑萎病毒的番茄

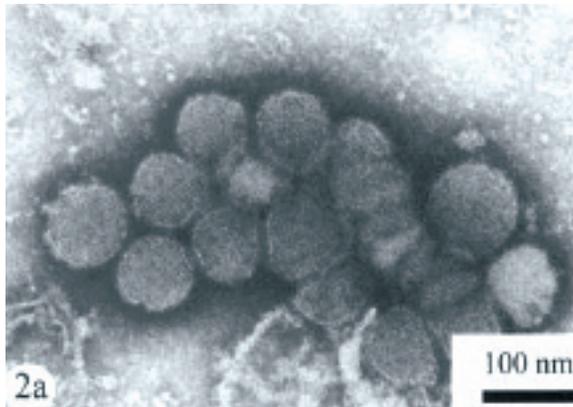


图 4-4 电镜下番茄斑萎病毒

③ 细菌病毒：专门以细菌为宿主的病毒。寄生在细菌体内，以菌为食，因此称为噬菌体。如 T4、T5 和大肠杆菌噬菌体等（如图 4-5、图 4-6）。



图 4-5 T4 病毒



图 4-6 T4 病毒入侵细菌

④ 真菌病毒：是指以真菌为宿主的病毒。发现有约 100 种真菌可被病毒感染，包括一种病毒侵染几种真菌，或一种真菌同时感染几种病毒。如感染蘑菇的真菌病毒（如图 4-7、图 4-8）。



图 4-7 感染真菌病毒的蘑菇

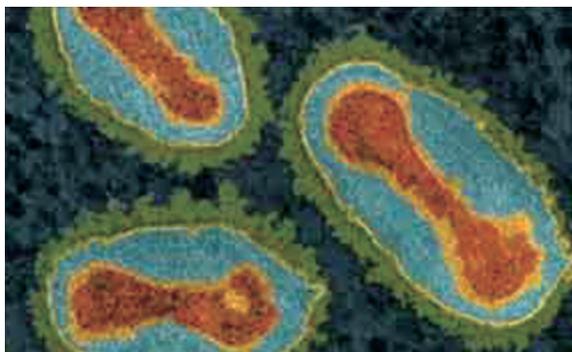


图 4-8 电镜下真菌病毒



第五章 病毒的增殖方式

地球上大部分生物具有细胞结构，细胞数量的增多是靠细胞的分裂增殖来壮大队伍的。但是病毒不具备细胞结构，在地球上已经存在了数十亿年。那它靠什么来发展壮大自己的家族，在如此漫长的岁月里生生不息繁衍至今呢？下面我们一起探寻它神秘而霸道的增殖方式，为你揭晓病毒增殖的奥秘。

前面已经讲到，病毒是体型最小的一类微生物，基本结构非常简单，仅由一种核酸和蛋白质衣壳构成。病毒缺少代谢需要的酶系统以及核糖体，不能合成自身所需的物质和能量等，所以无法独立进行增殖。但是，这些困难并没有难住“聪明狡猾”的病毒，它们学会借助“他人”的力量来渡过这些难关。病毒首先侵入到易感活细胞内，然后利用细胞提供的酶系统、原料和能量，组装出子代病毒。人们把病毒这种独特的增殖方式称为复制（如图 5-1）。

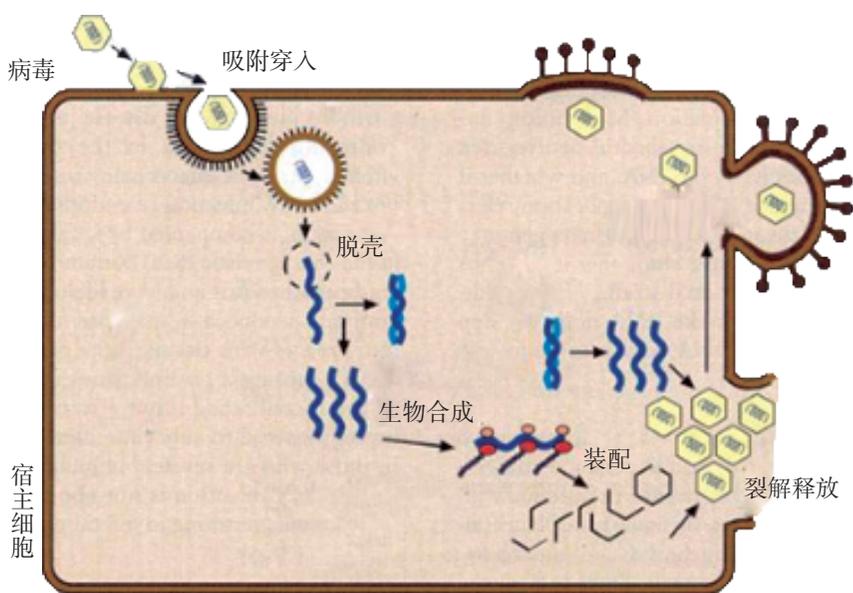


图 5-1 病毒在宿主细胞中复制过程

从病毒开始感染宿主细胞，到最后从宿主细胞释放出成熟子代病毒的过程称为一个复制周期。其复制周期一般有五个阶段：吸附、侵入、脱壳、生物合成、装配与释放。你知道病毒是怎样感染微生物的吗？下面让我们看看一种病毒——噬菌体的复制后代之路吧。

在美国自然科学基金会的资助下，美国珀杜大学和俄罗斯、日本的研究人员一道，合作拍摄了首部病毒入侵细菌的纪实性短片——“病毒大战细菌”，利用新技术，通过计算机制作完成。别看片长只有短短的 1 分钟，拍摄它可不容易，其难度与耗资上亿美元的《黑客帝国》有得一拼。光怪陆离、夺人心魄的恐怖效果不逊于任何好莱坞经典电影。我们将电影起名为科学版“黑客帝国”。影片令人毛骨悚然。

浅粉色的头，棕色的豆粒眼，绿色的水蛇腰，六条暗红的腿，不要以为这是好莱坞科幻大片中的