病毒家族的历史

前　言

病毒是人们看不见、摸不着的。它的发现也仅仅是近代以来的事，它的存在对人类的生活、生命有着极大的影响。

由病毒引起的感染性疾病，一直严重威胁着人类的生命和健康。1918 年世界性流感大流行，夺去了生灵 2000 多万，竟超过第一次世界大战死亡人数；人类免疫缺陷病毒（HIV）艾滋病的发现迄今不到 20 年，全球 HIV 感染者已达 4000 万；病毒性肝炎的病原体现今至少已有 7 种。近年来，世界各地又出现了新的病毒性感染，包括美国的肺型出血热、墨西哥的甲型 H1N1 流感、我国广东地区的非典型性肺炎等。另外又发现艾滋病常见并发症之一的 Kaposi 肉瘤与人疱疹病毒 8 型。由此可见，病毒不仅能引起急性传染病，亦可导致持续性感染，因而，目前病毒已成为日常生活中不可忽视的健康隐患。了解病毒的基本形状、致病和免疫机制、发病特征以及如何预防病毒感染是提高我国青少年身体素质的重要环节；普及宣传病毒学的相关知识也是病毒学、流行病学、感染病学和其他医学工作者的重要任务。

病毒越来越受到人们的关注与重视，病毒感染性疾病也在生活中变得极为普遍。尽管病毒感染性疾病各有特征，但治疗总策略是相仿的。关于病毒的研究已发展成为一门独立的学科——病毒学，无论是在理论研究还是在实际应用中，病毒学都已处于当今生命科学的最前沿。

本书除了介绍病毒的基本概念之外，还讲述了病毒的形成与发展、形态结构以及其致病机制等基本概念，能让读者对病毒产生有全面的了解；介绍了病

毒家族的历史，包括起源、人类与病毒的斗争史、病毒给人类带来的灾难等等；叙述了由病毒所引起的各种疾病；比较系统地阐述了病毒的治疗和预防；反映了近年来世界上新型流行传染病毒给人类带来的危害。

我们所身处的21世纪是一个知识飞速更新的时代，人们的生活也变得非常忙碌，对于我们的健康水平也有了更高的要求。本书能使读者轻松地了解病毒知识和掌握病毒性疾病的预防措施，以便能在生活中有效地应用，从而提高现代人的健康水平和生活质量，更好地为祖国的繁荣富强贡献力量。

为了能让读者详细地了解各种病毒并对病毒学产生兴趣，本书融汇了微生物学、免疫学、内科学、儿科学、传染病学等知识，并介绍了一些行之有效、易于实施的中西医结合治疗方法，以期在传播病毒学知识的同时，更增加本书的实用性。由于编者水平所限，书中的错误和不足之处在所难免，敬请读者不吝指正。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

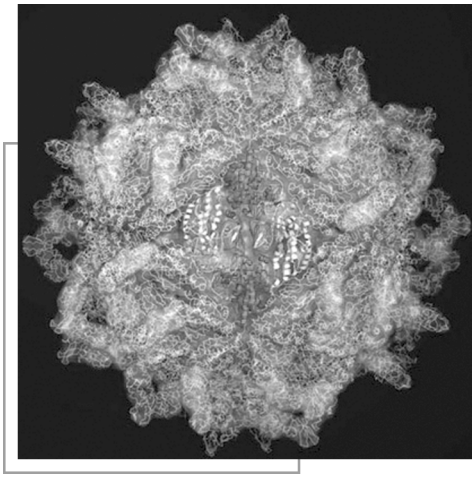
病毒的基本概念

病毒学是现代生活生物学科中比较活跃的一个领域。研究病毒的结构与功能、遗传与变异，对医学、农业、畜牧业的发展有着密切的关系。

病毒概念的形成与发展

病毒概念的形成

早在1898年，伯捷瑞克在描述烟草花叶病的致病因子时，发现其有3个特点：①能通过细菌滤器；②仅能在感染的活细胞内增殖；③不能在体外生长。因而他提出这种致病因子不是细菌，而是一种新的致病因子，并称其为“感染性活菌液”，实际上，这就是病毒概念的提出。到了20世纪初期，人们对病毒的认识日趋深入，知道了黄热病、脊髓骨质炎等均是由过滤因子引起的疾病，但对病毒本质缺乏认识。而在20世纪30～50年代，人们主要集中研究病毒的本质，机体病毒是有生命的还是无生命的。1935年



病　毒

斯坦利报道烟草花叶病毒性物质是一种结晶体蛋白质，以后在 1937 年鲍登报道这种病毒性物质中含有核酸，这就使对病毒概念的认识前进了一大步。菲力兹将病毒定义为“病毒是所有生命形式中最小的一种复制性微生物”。病毒的发现经历了 1 个世纪，病毒学的发展速度十分惊人。20 世纪病毒概念的发展有 3 个方面：①所有病毒都有一个共同的结构，及蛋白质外壳加核酸核心；②病毒有共同的复制机制，即以病毒基因组的复制来保证遗传信息的传递；③所有病毒均以 2 种形式存在，即细胞内和细胞外形式。

病毒学科的形成

病毒学作为一门独立学科的出现是在 20 世纪 50 年代以后，其理由如下：病毒是一种特殊的微生物，与一般微生物不同，它具有以下几个基本特点：①病毒只有 1 种核酸——RNA 或 DNA。②病毒只能在活细胞内增殖，以复制的方式保证遗传信息的连续传递（病毒缺乏细胞器结构，它的生长增殖必须借助于宿主细胞的酶和能源系统）；病毒对抗生素不敏感。需要特殊的技术与方法来研究病毒，如电镜、细胞培养技术等。③病毒学工作者认为自己是“病毒学家”而不是微生物学家、病理学家，既然有病毒学家，也就有应该有“病毒学”这门学科。④动物、植物、昆虫和细菌学工作者更注重研究病毒的本质、病毒的结构与功能。⑤病毒学有专门的研究机构和专门刊物。

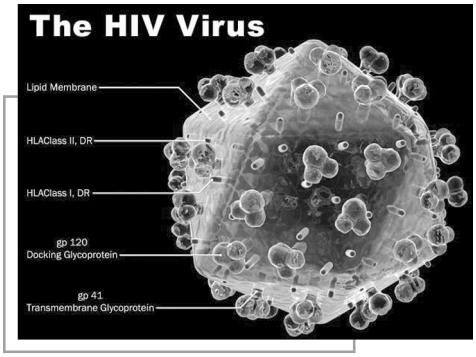
临床病毒学概念的形成

最初人们对病毒的认识是从对疾病的认识开始的，没有疾病险象，就不可能发现病毒。在医学微生物的教科书中，关于病毒的最初描述，也认为它是引起一切传染病的物质，这就提示了病毒与疾病的密切关系。迄今的研究表明，人类传染病主要是由疾病引起，如早年发现的黄热病和新近出现的艾滋病就是最好的例证。目前病毒病已涉及临床医学的各个学科，且许多不明原因的疾病也与病毒感染有关，如关节炎、糖尿病和神经系统的提醒性改变等。旧的病毒得到了根除与控制，新的病毒病又在不断地出现，病毒学在临床医学中占有不可忽视的地位和作用，临床病毒学即在这

种背景下应运而生，它既是医学病毒学的重要组成部分，也是病毒学的重要分支。因此，可将临床病毒学的主要研究内容概括为：通过对病毒本质的认识探讨病毒治病的机制，特别是病毒疫苗和抗病毒药物。研究临床病毒学的最终目的是为了控制和消灭病毒病，保障人民身体健康。

分子病毒学概念的形成

自分子生物学特别是分子生物技术问世以来，产生了越来越多的交叉学科，这些新生的学科都冠以“分子”二字，如分子遗传学、分子微生物学、分子免疫学、分子药理学等。分子病毒学也应运而生。然而，关于分子病毒学的定义，却难有令人满意的答复。回顾病毒学发展的历史，我们认为分子病毒学具有以下几个明显的特征：



分子病毒学

（1）分子病毒学在继承病毒学的一切传统，接受病毒学发展的全部成果，使用病毒学的全部研究方法的同时，也从其他学科引入新的研究方法，使它的面貌和内容全部改观。

（2）分子病毒学使病毒学对病毒本质、结构与功能、病毒与宿主细胞相互作用的规律以及疾病关系的认识在微观方面进入了一个更加深入的层次，它通过病毒分子结构以及分子结构间的相互作用来阐明病毒的机构、功能以及宿主相互作用的关系。

（3）分子病毒学是病毒学发展的一个必然阶段。当人们对病毒的认识已经达到一定阶段以后，对于尚未明了的问题，采用分子生物学方法是必然的。这当然并不是说今天的病毒学研究都必须进入分子水平。

（4）分子病毒学是分子生物学的前沿阵地。自 1945 年威廉·奥斯瑞提出分子生物学的概念以来，生物学的发展是利用噬菌体（细菌病毒）的研究才取得了今天令人兴奋的成就，这是因为病毒是最小和最简单的生命体，

利用它比动物细胞更容易获得基本的生物学信息。

（5）医学分子病毒学研究的重点是在疾病发生前后，在分子水平探讨病毒的本质与疾病现象产生的可能性，从而寻找控制和消灭病毒的措施。

基于上述，可以提出分子病毒学的定义：即分子病毒学是从分子水平或亚分子水平研究病毒分子的结构、功能及其与宿主细胞相互作用的规律和疾病关系的一门学科。

病毒的形态与结构

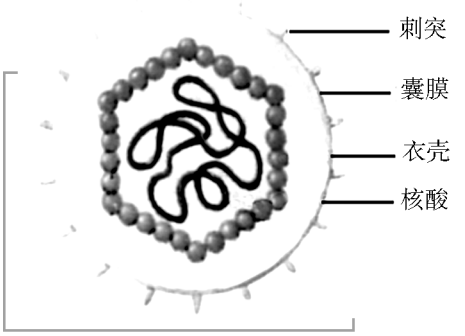
病毒的形态

人们在电镜下观察到许多病毒粒体的形态和大小，病毒的形态同其壳体的基本结构有着紧密的联系。病毒的形态主要有以下几种：①球状病毒；②杆状病毒；③砖形病毒；④冠状病毒；⑤有包膜的球状病毒；⑥具有球状头部的病毒；⑦封于包涵体内的昆虫病毒。

病毒粒的对称体制：病毒粒的对称体制只有 2 种，即螺旋对称（代表：烟草花叶病毒）和二十面体对称（等轴对称，代表：腺病毒）。一些结构较复杂的病毒，实质上是上述 2 种对称相结合的结果，故称作复合对称（代表：T 偶数噬菌体）。

病毒的结构

病毒主要由核酸和蛋白质外壳组成。由于病毒是一类非细胞生物体，故单个病毒个体不能称作“单细胞”，这样就产生了病毒粒或病毒体病毒粒有时也称病毒颗粒或病毒粒子，专指成熟的结构完整的和有感染性的单个病毒。核酸位于它的中心，称为核心或基因组；蛋



病毒结构示意图

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

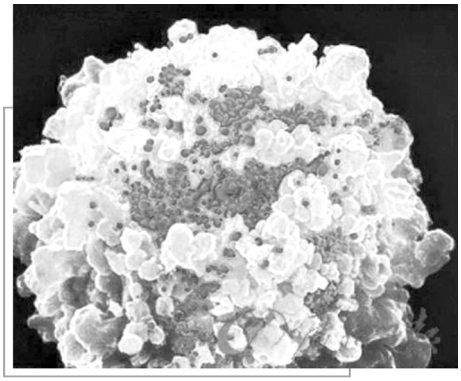
白质包围在核心周围，形成了衣壳。衣壳是病毒粒的主要支架结构和抗原成分，有保护核酸等作用。衣壳是由许多在电镜下可辨别的形态学亚单位——衣壳粒所构成。核心和衣壳合称核心壳。有些较复杂的病毒（一般为动物病毒，如流感病毒），其核心壳外还被一层含蛋白质或糖蛋白的类脂双层膜覆盖着，这层膜称为包膜。包膜中的类脂来自宿主细胞膜。有的包膜上还长有刺突等附属物。包膜的有无及其性质与该病毒的宿主专一性和侵入等功能有关。昆虫病毒中有一类多角体病毒，其核壳被蛋白晶体所包被，形成多角形包涵体。

病毒的复制过程叫做复制周期。其大致可分为连续的 5 个阶段：吸附、侵入、增殖、成熟（装配）、裂解（释放）。

病毒是怎样让人患病的

病毒对宿主细胞的直接作用

根据不同病毒与宿主细胞相互作用的结果，有溶细胞型感染，稳定状态感染、包涵体形成、细胞凋亡和整合感染 5 种类型。



宿主细胞

溶细胞型感染

溶细胞型感染多见于无包膜病毒。如脊髓灰质炎病毒、腺病毒等。其机制主要有：阻断细胞大分子物质合成，病毒蛋白的毒性作用，影响细胞溶酶体和细胞器的改变等。溶细胞型感染是病毒感染中较严重的类型。靶器官的细胞破坏死亡到一定程度，机体就会出现严重的病理生理变化基，侵犯重要器官则危及生命或留下严重的后遗症。

稳定状态感染

稳定状态感染多见于有包膜病毒，如正黏病毒、副黏病毒等。这些非杀细胞性病毒在细胞内增殖，它们复制成熟的子代病毒以出芽方式从感染的宿主细胞中逐个释放出来，因而细胞不会溶解死亡，造成稳定状态感染的病毒常在增殖过程中引起宿主细胞膜组分的改变，如在细胞膜表面出现病毒特异性抗原或自身抗原或出现细胞膜的融合等。

包涵体形成

某些病毒感染后，在细胞内可形成光境下可见的包涵体。包涵体的存在与病毒的增殖、存在有关；不同病毒的包涵体其特征可有不同，故可作为病毒感染的辅助诊断依据。

细胞凋亡

病毒的感染可导致宿主细胞发生凋亡。

整合感染

某些 DNA 病毒和反转录病毒在感染中可将基因整合于细胞染色体中，随细胞分裂而传给子代，与病毒的致肿瘤性有关。多见于肿瘤病毒。

此外，已证实有些病毒感染细胞后（如人类免疫缺陷病毒等）或直接由感染病毒本身，或由病毒编码蛋白间接地作为诱导因子可引发细胞死亡。

病毒感染的免疫病理作用

在病毒感染中，免疫病理导致的组织损伤常见。诱发免疫病理反应的抗原，除病毒外，还有因病毒感染而出现的自身抗原。此外，有些病毒可直接侵犯免疫细胞，破坏其免疫功能。

抗体介导的免疫病理作用

许多病毒诱发细胞表面出现新抗原，与相应抗体结合后，激活补体，

破坏宿主细胞，属Ⅱ型超敏反应。抗体介导损伤的另一机制是抗原抗体复合物所引起的，即Ⅲ型超超敏反应。

细胞介导的免疫病理作用

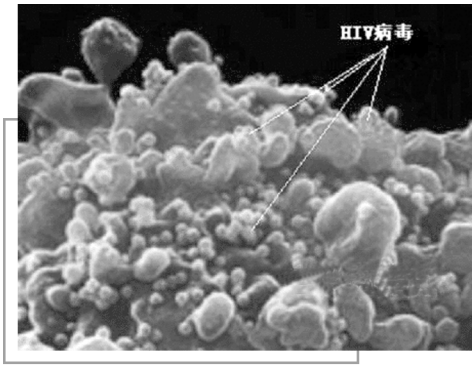
细胞毒性 T 细胞能特异性杀伤带有病毒抗原的靶细胞，造成组织细胞损伤。属Ⅳ型超敏反应。

免疫抑制作用

某些病毒感染可抑制宿主免疫功能，易合并感染而死亡，如艾滋病。

病毒的感染与传播

病毒的感染类型



病毒感染

根据临床症状的有无，区分为显性感染和隐性感染；按病毒在机体内滞留的时间，分急性感染和持续性感染，后者又分为慢性感染、潜伏感染和慢发病毒感染。隐性感染指病毒进入机体后，不引起临床症状。隐性感染的机体，仍有向外界散播病毒的可能，在流行学上具有十分重要意义。隐性感染后，机体可获得特异性免疫力。

慢性感染

感染后，病毒并未完全清除，可持续存在于血液或组织中并不断排出体外或经输血，注射而传播。病程常达数月至数十年，患者表现轻微或无临床症状，如 HBV、巨细胞病毒、EB 病毒感染。

潜伏感染

指显性或隐性感染后，病毒基因存在于一定组织或细胞内，但并不能产生感染性病毒，但在某些条件下可被激活而急性发作。病毒仅在临床出现间隙性急性发作时才被检出在非发作期，用一般常规方法不能分离出病毒。如单纯疱疹病毒 1 型感染后，在三叉神经节中潜伏，此时机体既无临床症状也无病毒排出。以后由于机体受物理、化学或环境因素等影响，使潜伏的病毒增殖，沿感觉神经到达皮肤，发生唇单纯疱疹。又如水痘——带状疱疹病毒，初次感染主要在儿童中引起水痘，病愈后病毒潜伏在脊髓后根神经节或颅神经的感觉神经节细胞内，暂时不显活性。当局部神经受冷、热、压迫或 X 线照射以及患肿瘤等致机体免疫功能下降时，潜伏的病毒则活化，增殖，沿神经干扩散到皮肤而发生带状疱疹。

慢发病毒感染

有很长的潜伏期，达数月、数年甚至数十年之久。以后出现慢性进行性疾病。最终常为致死性感染。如艾滋病以及麻疹病毒引起的亚急性硬化性全脑炎。除寻常病毒外，还有一些非寻常病毒或待定生物因子（如朊粒）也可能引起慢发感染。

病毒的传播

病毒的传播方式有水平传播和垂直传播 2 类。

水平传播指病毒在人群中不同个体间的传播。常见的传播途径主要经皮肤和呼吸道、消化道或泌尿生殖道等黏膜。在特定条件下也可直接进入血循环。

垂直传播指通过胎盘或产道，病毒直接由亲代传播给子代的方式。常见的导致垂直传播的病毒有风疹病毒、巨细胞病毒、乙肝病毒、HIV 和单纯疱疹病毒 10 余种。可引起死胎、流产、早产或先天性畸形。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

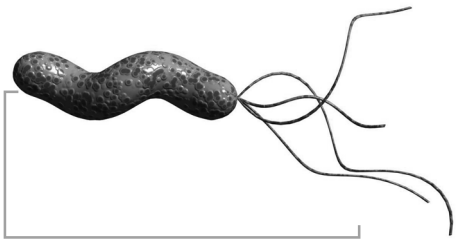
细菌、病菌、病毒之间有什么区别

细　菌

细菌是生物的主要类群之一，属于细菌域。细菌是所有生物中数量最多的一类，据估计，其总数约有 5×10^{30} 个。细菌的个体非常小，目前已知最小的细菌只有 0.2 微米长，因此大多只能在显微镜下看到它们。细菌一般是单细胞，细胞结构简单，缺乏细胞核、细胞骨架以及膜状胞器，例如粒线体和叶绿体。基于这些特征，细菌属于原核生物。原核生物中还有另一类生物称做古细菌，是科学家依据演化关系而另辟的类别。为了区别，本类生物也被称做真细菌。

细菌广泛分布于土壤和水中，或者与其他生物共生。人体身上也带有相当多的细菌。据估计，人体内及表皮上的细菌细胞总数约是人体细胞总数的 10 倍。此外，也有部分种类分布在极端的环境中，例如温泉，甚至是放射性废弃物中，它们被归类为嗜极生物，其中最著名的种类之一是海栖热袍菌，科学家是在意大利的一座海底火山中发现这种细菌的。然而，细菌的种类是如此之多，科学家研究过并命名的种类只占其中的小部分。细菌域下所有门中，只有约 1/2 是能在实验室培养的种类。

细菌的营养方式有自营及异营，其中异营的腐生细菌是生态系中重要的分解者，使碳循环能顺利进行。部分细菌会进行固氮作用，使氮元素得以转换为生物能利用的形式。细菌也对人类活动有很大的影响。一方面，细菌是许多疾病的病原体，包括肺结核、淋病、炭疽病、梅毒、鼠疫、沙眼等疾病都是由细菌所引发。然而，人类也时常利用细菌，例如奶酪及酸奶的制作、部分抗生素的制造、废水的处理等，都与细菌有关。



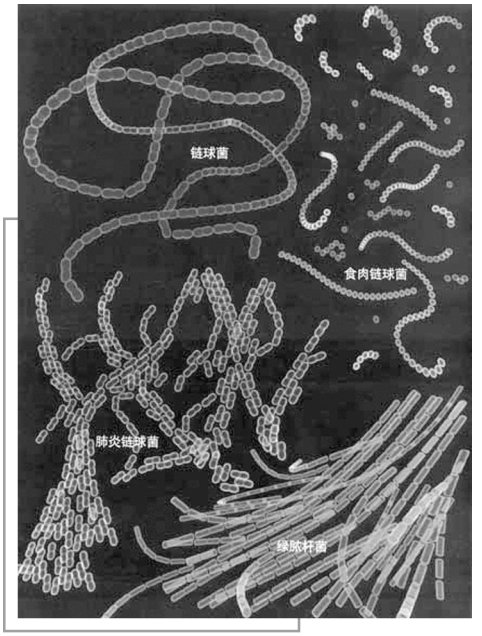
细　菌

在生物科技领域中，细菌也有着广泛的运用。

致病菌

凡能使人或其他生物生病的细菌，如伤寒杆菌、炭疽杆菌等，称为致病菌或病原菌。

细菌在人体内寄生、增殖并引起疾病的特性，称为细菌的致病性或病原性。致病性是细菌种的特征之一，具有质的概念，如鼠疫细菌引起鼠疫，结核杆菌引起结核。致病性强弱程度以毒力表示，是量的概念。各种细菌的毒力不同，并可因宿主种类及环境条件不同而发生变化。同一种细菌也有强毒、弱毒与无毒菌株之分。细菌的毒力常用半数死量或半数感染量表示，其含义是在单位时间内，通过一定途径，使一定体重的某种实验动物半数死亡或被感染所需的最少量的细菌数或细菌毒素量。

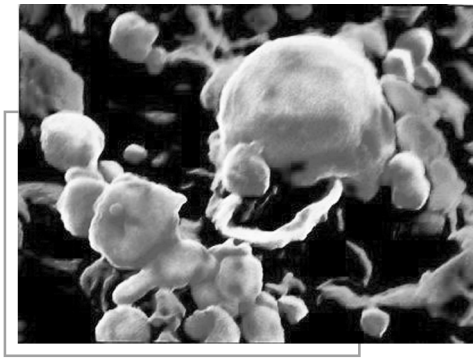


病　菌

病　毒

病毒是一种具有细胞感染性的亚显微粒子，可以利用宿主的细胞系统进行自我复制，但无法独立生长和复制。病毒可以感染所有的具有细胞的生命体。第一个已知的病毒是烟草花叶病毒，由马丁乌斯·贝杰林克于1899年发现并命名，如今已有超过5000种类型的病毒得到鉴定。研究病毒的科学被称为病毒学，是微生物学的一个分支。

病毒由2～3个成分组成：①病毒都含有遗传物质（RNA或DNA，只由蛋白质组成的朊病毒并不属于病毒）；②所有的病毒也都有由蛋白质形成的衣壳，用来包裹和保护其中的遗传物质；③部分病毒在到达细胞表面时



病　毒

能够形成脂质的包膜环绕在外。

病毒的形态各异，从简单的螺旋形和正二十面体形到复合型结构。病毒颗粒大约是细菌大小的1/100。

病毒的起源目前尚不清楚，不同的病毒可能起源于不同的机制：部分病毒可能起源于质粒（一种环状的DNA，可以在细胞内复制并在细胞间进行转移），而其他一些则可能起源于细菌。

病毒的传播方式多种多样，不同类型的病毒采用不同的方法。例如，植物病毒可以通过以植物汁液为生的昆虫（如蚜虫）来在植物间进行传播；而动物病毒可以通过蚊虫叮咬而得以传播。这些携带病毒的生物体被称为“载体”。流感病毒可以经由咳嗽和打喷嚏来传播；诺罗病毒则可以通过手足口途径来传播，即通过接触带有病毒的手、食物和水；轮状病毒常常是通过接触受感染的儿童而直接传播的；此外，艾滋病毒则可以通过性接触来传播。

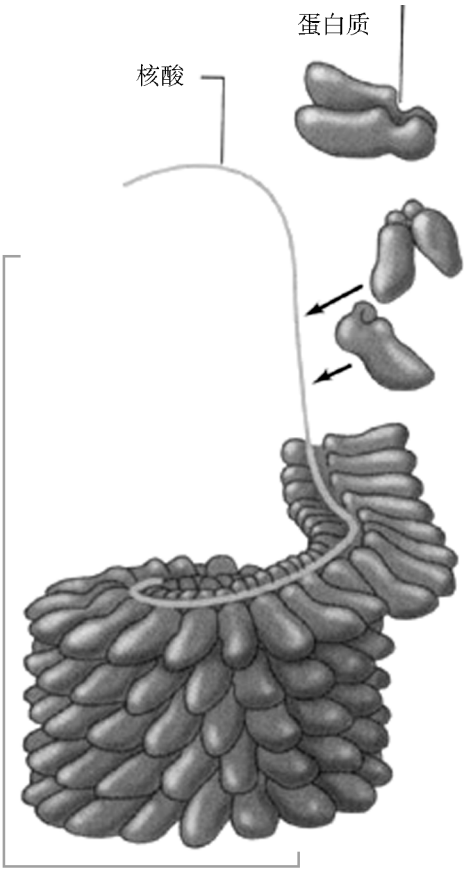
并非所有的病毒都会导致疾病，因为许多病毒的复制并不会对受感染的器官产生明显的伤害。一些病毒，如艾滋病毒，可以与人体长时间共存，并且依然能保持感染性而不受到宿主免疫系统的影响，即“病毒持续感染”。但在通常情况下，病毒感染能够引发免疫反应，消灭入侵的病毒。而这些免疫反应能够通过注射疫苗来产生，从而使接种疫苗的人或动物能够终生对相应的病毒免疫。像细菌这样的微生物也具有抵御病毒感染的机制，如限制修饰系统。抗生素对病毒没有任何作用，但抗病毒药物已经被研发出来用于治疗病毒感染。

病毒家族的发展史

病毒——Virus 一词的原义是“有毒”。在发现病原体以前，病毒是用来表示一切引起传染病的物质。

病毒的起源

对于病毒的起源曾有过种种推测：①病毒可能类似于最原始的生命；②病毒可能是从细菌退化而来，由于寄生性的高度发展而逐步丧失了独立生活的能力，例如腐生菌→寄生菌→细胞内寄生菌→支原体→立克次氏体→衣原体→大病毒→小病毒；③病毒可能是宿主细胞的产物。这些推测各有一定的依据，目前尚无定论。因此，病毒在生物进化中的地位是未定的。但是，不论其原始起源如何，病毒一旦产生以后，同其他生物一样，能



烟草花叶病毒

通过变异和自然选择而演化。

在病毒大家庭中，有一种病毒有着特殊的地位，这就是烟草花叶病毒。无论是病毒的发现，还是后来对病毒的深入研究，烟草花叶病毒都是病毒学工作者的主要研究对象，起着与众不同的作用。

1886 年，在荷兰工作的德国人麦尔把患有花叶病的烟草植株的叶片加水研碎，取其汁液注射到健康烟草的叶脉中，能引起花叶病，证明这种病是可以传染的。通过对叶子和土壤的分析，麦尔指出烟草花叶病是由细菌引起的。

1892 年，俄国的伊万诺夫斯基重复了麦尔的试验，证实了麦尔所看到的现象，而且进一步发现，患病烟草植株的叶片汁液，通过细菌过滤器后，还能引发健康的烟草植株发生花叶病。这种现象起码可以说明，致病的病原体不是细菌，但伊万诺夫斯基将其解释为是由于细菌产生的毒素而引起。生活在巴斯德的细菌致病说的极盛时代，伊万诺夫斯基未能做进一步的思考，从而错失了一次获得重大发现的机会。

1898 年，荷兰细菌学家贝杰林克同样证实了麦尔的观察结果，并同伊万诺夫斯基一样，发现烟草花叶病病原能够通过细菌过滤器。但贝杰林克想得更深入。他把烟草花叶病株的汁液置于琼脂凝胶块的表面，发现感染烟草花叶病的物质在凝胶中以适度的速度扩散，而细菌仍滞留于琼脂的表面。从这些实验结果，贝杰林克指出，引起烟草花叶病的致病因子有 3 个特点：①能通过细菌过滤器；②仅能在感染的细胞内繁殖；③在体外非生命物质中不能生长。根据这几个特点他提出这种致病因子不是细菌，而是一种新的物质，称为“有感染性的活的流质”，并取名为“病毒”，拉丁名叫“Virus”。

神奇的病毒“诞生”了

几乎是同时，德国细菌学家勒夫勒和费罗施发现引起牛口蹄疫的病原也可以通过细菌滤器，从而再次证明伊万诺夫斯基和贝杰林克的重大发现。

“Virus”一词源于拉丁文，原指一种动物来源的毒素。病毒能增殖、

遗传和演化，因而具有生命最基本的特征，但至今对它还没有公认的定义。最初用来识别病毒的性状，如个体微小、一般在光学显微镜下不能看到、可通过细菌所不能通过的过滤器、在人工培养基上不能生长、具有致病性等，现仍有实用意义。但从本质上区分病毒和其他生物的特征是：①含有单一种核酸（DNA 或 RNA）的基因组和蛋白质外壳，没有细胞结构；②在感染细胞的同时或稍后释放其核酸，然后以核酸复制的方式增殖，而不是以二分裂方式增殖；③严格的细胞内寄生性。病毒缺乏独立的代谢能力，只能在活的宿主细胞中，利用细胞的生物合成机器来复制其核酸并合成由其核酸所编码的蛋白，最后装配成完整的、有感染性的病毒单位，即病毒粒。病毒粒是病毒从细胞到细胞或从宿主到宿主传播的主要形式。

目前，病毒一词的涵义可以是：指那些在化学组成和增殖方式是独具特点的，只能在宿主细胞内进行复制的微生物或遗传单位。它的特点是：只含有一种类型的核酸（DNA 或 RNA）作为遗传信息的载体；不含有功能性核糖体或其他细胞器；RNA 病毒，全部遗传信息都在 RNA 上编码，这种情况在生物学上是独特的；体积比细菌小得多，仅含有少数几种酶类；不能在无生命的培养基中增殖，必须依赖宿主细胞的代谢系统复制自身核酸，合成蛋白质并装配成完整的病毒颗粒，或称病毒体（完整的病毒颗粒是指成熟的病毒个体）。

由于病毒的结构和组分简单，有些病毒又易于培养和定量，因此从 20 世纪 40 年代后，病毒始终是分子生物学研究的重要材料。

病毒的历史

关于病毒所导致的疾病，早在公元前 2～3 个世纪的印度和中国就有了关于天花的记录。但直到 19 世纪末，病毒才开始逐渐得以发现和鉴定。1884 年，法国微生物学家查理斯·尚柏朗发明了一种细菌无法滤过的过滤器（Chamberland 烛形滤器，其滤孔孔径小于细菌的大小），他利用这一过滤器就可以将液体中存在的细菌除去。1892 年，俄国生

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com