

禽 畜
病 毒 图 谱

农 业 出 版 社

序

病毒是引起人、畜传染病的主要病原因子之一。国内外医学界和兽医界在研究病毒的形态、理化特性、免疫反应以及防制措施等各个方面，都取得了重大的成就。随着生物学的发展，各国学者借助于先进的研究工具，在分子水平上，对病毒的结构和形态特征，作了大量的研究和探索。在我国，由于党和政府对畜牧兽医研究事业的重视，在动物病毒病的研究领域内，有了很快的发展。对许多主要畜禽病毒病的防制及基础理论方面都取得了可喜的成绩。

例如，牛瘟的彻底消灭，马传染性贫血病弱毒疫苗的研制成功及免疫机理的阐述，鸡马立克氏病弱毒疫苗的大面积推广应用等，所有这些重大科研成就都标志着我国在研究畜禽病毒病方面，已进入了一个新的水平。

从六十年代中期以来，中国农业科学院哈尔滨兽医研究所电镜室的中青年科技人员，对国内外主要畜禽病毒病在病毒形态学观察工作上，积累了较丰富的技术资料。他们深钻业务，根据多年来积累起来的病毒形态照片和研究资料，汇编成这本《畜禽病毒图谱》。这是一本深入浅出、结合实际、图文并茂、叙述较全的文献资料，它可作为大专院校的教学和科研工作中的参考书。目前我国兽医界还没有用我们自己的材料全面系统地写成的病毒学图谱，本书的出版填补了这方面的空白，更有其重要意义和实用价值。

当然，由于这些同志们的研究工作经验不足，研究设备条件较差，收集的材料、阐述的观点，难免存在不足之处，我希望国内的专家、教授以及广大兽医工作者，本着爱护人才、发展兽医科学、共同为四化建设服务的精神，多多提出宝贵意见和指导，以便再版时能使其内容更加充实和完善。

袁庆志

（中国农业科学院哈尔滨兽医研究所）

一九八三年十一月十一日

编 著 者 的 话

随着我国畜牧业的飞速发展,防制畜禽疾病的工作显得十分重要。目前,对畜禽发展威胁最大的仍然是传染病,尤其是病毒性传染病越来越被人们所重视。我国从事兽医教育、科研及实际工作的同志,迫切要求有一本比较系统的病毒形态学图谱,能看到我们自己观察和拍摄的畜禽病毒照片。为此,我们结合科研工作,编著了这本《畜禽病毒图谱》,以期适应我国兽医病毒学不断深入发展的需要。

多年来,我们应用电子显微镜技术,对国内外多种畜禽的病毒进行了系统地观察和研究,进一步明确了许多畜禽病毒的体积大小、形态结构以及在宿主细胞中的复制方式和分布情况,从而给许多病毒病的防制研究工作提供了基础数据。与此同时,在病毒病的临床快速诊断上,也积累了一些资料。另外,在对某些病毒,诸如马传染性贫血病毒、鸡喉气管炎病毒等的观察中,发现一些特殊的病毒形态结构,这在已发表过的国内外文献中是难以查找到的。

本图谱主要是以我们多年来积累的病毒照片为主。为使之比较完善和系统,也适当收集了国内外文献已发表过的一些最新的病毒照片及兄弟单位支援的照片。按国际病毒分类法进行编排,汇集成册。其内容大致分为两大部分,第一部分是病毒形态结构、复制方式和分类的概述;第二部分分别介绍了17个病毒科的病毒颗粒的主要特征、病毒的复制与生物学特性、病毒分类以及各科内常见的畜禽病毒等。全书共收入照片二百余幅。

本图谱编写工作始终是在我所领导直接关怀下进行的,并由研究所组织了专门审核小组,保证了我们的编写工作得以顺利地完。成。本图谱承蒙所内各课题组和中国兽药监察所等兄弟单位提供用于电子显微镜观察的各种病毒的原材料,黑龙江省卫生防疫站电镜室、黑龙江省测试中心电镜室为我们提供了先进的电镜设备,长春兽医大学电镜室杨盛华、贾补年、武银莲等为本图谱提供了马乙脑、马流感、马痘、牛粘膜病、犬细小病毒等照片,江苏省农科院仔猪下痢课题组提供了猪腺病毒、星状病毒等照片,中国农业科学院程绍迥副院长、原农业部畜牧总局陈凌风副局长、长春兽医大学殷震教授等,都给予我们亲切的关怀和热情的指导,我所袁庆志所长为本图谱写了序文,在此一并表示感谢。

我所管殿齐同志生前为该图谱也做了许多筹划工作,我们谨表示深切地悼念。

由于我们水平有限,书中难免有不妥和错误之处,欢迎读者批评指正。

· 编著者

1984年3月

“畜禽病毒图谱”填补我国这类书籍的空白适应我国兽医病毒学工作者的迫切需要.促进我国兽医病毒学的发展和提高.这是一本很珍贵的书.

程紹迥

一九八三.十二

目 录

总论	1
一、概述	1
二、病毒形态结构类型	3
三、病毒的复制过程	4
四、动物病毒的分类	9
各论	13
I 疱疹病毒科 (Herpesviridae)	13
II 痘病毒科 (Poxviridae)	17
III 腺病毒科 (Adenoviridae)	20
IV 虹色病毒科 (Iridoviridae)	22
V 细小病毒科 (Parvoviridae)	24
VI 乳多空病毒科 (Papovaviridae)	26
VII 微核糖核酸病毒科 (Picornaviridae)	28
VIII 嵌杯病毒科 (Caliciviridae)	30
IX 呼肠病毒科 (Reoviridae)	32
X 披盖病毒科 (Togaviridae)	34
XI 嵌沙样病毒科 (Arenaviridae)	36
XII 冠状病毒科 (Coronaviridae)	38
XIII 反转病毒科 (Retroviridae)	40
XIV 布尼安病毒科 (Bunyaviridae)	43
XV 正粘病毒科 (Orthomyxoviridae)	45
XVI 副粘病毒科 (Paramyxoviridae)	47
XVII 弹状病毒科 (Rhabdoviridae)	49
主要参考文献	64

总 论

一、概 述

病毒 (virus) 是一种只能在一定宿主细胞内进行复制的微生物, 也是迄今人们在超微世界里所认识的最小生物。

有关病毒的形态结构方面的研究, 我们拟分几个问题加以简述。

1. 用于病毒形态学研究的各种技术: 近年来, 有关病毒形态结构的研究进展很快, 这主要是由于分子生物学的迅速发展和先进技术的应用, 尤其是电子显微镜的运用, 更加促进了病毒形态学研究的进展。例如, 通过负性染色技术的运用, 提高了反差和对样品的分辨能力, 从而获得了病毒表面的立体构型; 通过超薄切片技术, 从平面上了解到病毒的内部结构、形态大小、复制方式和分布部位; 通过 X 线衍射技术可将病毒形态、结构和其他化学组成有机地联系起来; 由于超速离心技术的发展, 为电镜观察提供了高纯度的样品; 通过真空喷涂技术, 尤其是多角度和旋转投影技术, 为研究病毒的几何形态学奠定了基础; 应用冰冻蚀刻技术, 不但有助于分析病毒与细胞的关系以及病毒形态的亚单位结构, 而且还能观察到近于生活状态的病毒形态; 通过免疫电镜技术, 其中包括重金属标记抗体、酶标抗体和直接观察抗原抗体复合物的方法, 为病毒抗原定位、毒株分型提供了依据。在这些方法中, 负性染色技术对病毒结构的研究进展起到了关键性的作用。

2. 病毒形态结构及大小: 通过先进技术的应用, 发现病毒种类非常繁多。它们大致可分为细菌病毒、植物病毒和动物病毒三大类。仅动物病毒就达六百多种, 其形态结构也各有特点, 有的呈棒状或弹状, 有的为球形或多角形, 还有的呈冠状等等 (图 1)。病毒体积的大小虽各不相同, 一般为 10—250nm, 有的更大一些, 但所有的病毒结构都是由蛋白质和核酸 (RNA 或 DNA) 组成的。一个完整的病毒颗粒都有由蛋白质 (或多肽) 组成的衣壳 (capsid), 衣壳包裹核酸。衣壳及其包裹的核酸合起来构成核衣壳 (nucleocapsid)。根据核衣壳的形态, 可将病毒颗粒分成立体对称型和螺旋对称型。此外, 有的病毒在衣壳的外面, 还被有一层囊膜 (envelope), 囊膜外面附有纤突 (peplomere)。有的病毒具有双层壳膜结构。

3. 病毒结构的名词解释: 为了便于讨论, 将病毒结构名词作简要解释。

病毒 (virus): 指在个体发育的生活史中病毒存在的所有形式;

病毒颗粒 (virion): 病毒发育的最后形式, 简称为“成病毒”, 但也有时把病毒发育

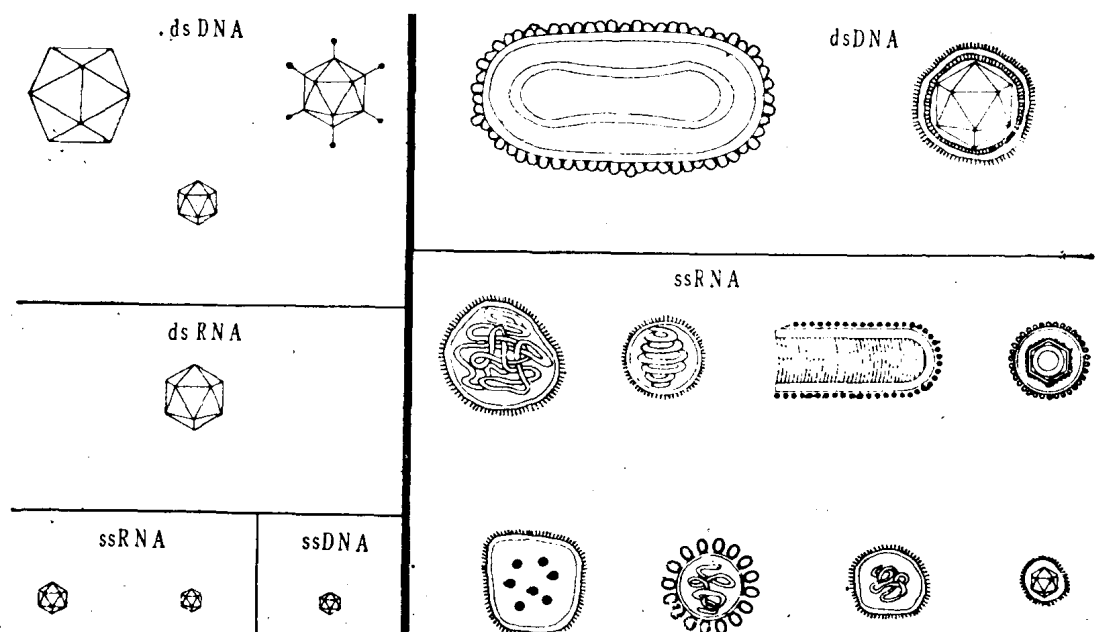


图 1 · 病毒形态结构模式图

的某一完整阶段称为病毒颗粒的。一般说来，它具有三个特征，即具有固定的形态结构，具有复制和传递信息的功能，在特定的外界环境中有较强的耐受性，也有人将病毒颗粒称为病毒子或毒粒；

衣壳 (capsid)：由许多壳粒（形态学亚单位）借助一些非共价键相连接所构成，围绕在核酸的外面，起保护核酸的作用。也有人称壳膜；

壳粒 (capsomere)：构成衣壳的最小形态单位，它由化学亚单位所组成，在电镜下可以看出有五邻体和六邻体等。也有人称子粒；

核衣壳 (nucleocapsid)：由衣壳和它围绕的核酸（基因）所构成。也有人称核壳体；

囊膜 (envelope)：包于核衣壳外面的部分，是由宿主细胞原生质衍生而来（主要是脂类），但不同于细胞膜。囊膜包含糖蛋白、脂蛋白、膜蛋白成分。也有人将其称为包膜或封套等；

纤突 (peplomer 或 spikes 或 projection)：来源于宿主细胞的类脂和病毒的蛋白质，在电镜下观察好像是从囊膜射出的“穗”。每种病毒的纤突各不相同，是鉴别病毒形态的特征之一，也有人将其称之为棘状突起或钉突；

核芯 (core)：对带有囊膜的病毒而言，系指囊膜以内的部分；对裸体病毒来讲，是指病毒的核酸部分，也有人将其称之为芯髓；

拟核 (nucleoid)：一般将病毒的中央部分称为拟核。也有人称类核体；

五邻体 (penton)：每一壳粒的周围有五个邻近的壳粒者。也有人称五邻粒；

六邻体 (hexon)：每一壳粒的周围有六个邻近的壳粒者。也有人称六邻粒；

化学亚单位 (chemical subunit) 或结构亚单位 (structural subunit) 或蛋白亚单位: 由一个肽链或多个肽链组成, 是形态亚单位 (morphological subunit) 的物质基础, 而形态亚单位 (壳粒) 则是化学亚单位的表现形式;

裸体病毒: 不带囊膜的病毒;

内粒子壳 (innerparticle shell);

在病毒颗粒内有一个附加的蛋白外壳, 位在拟核的外边。

4. 病毒的化学成分与形态结构: 病毒的化学组成和形态结构的关系可用图 2 来表示, 裸体病毒则没有囊膜部分。

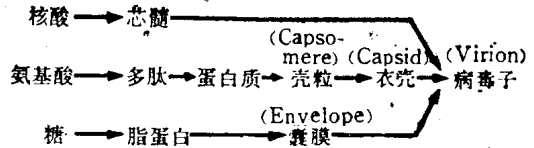


图 2 病毒的化学组成和形态结构的关系

二、病毒形态结构类型

病毒形态结构的形式很多, 也十分复杂, 但大体上可分为三种, 即立体对称结构、螺旋对称结构和复合对称结构。

1. 立体对称结构 (以正二十面体为例): 二十面体对称结构的病毒, 衣壳是由二十个等边三角形组成的立体结构, 它包括有十二个顶角, 二十个三角面, 三十条棱, 呈 5:3:2 次轴对称。就是说, 以十二个顶的任何一个顶与其相对的顶为轴, 每旋转 72° , 其形不变, 须转五次复位; 以二十个三角面的任何一个面的中心与其相对三角面的中心为轴, 每旋转 120° , 其形不变, 须转三次复位, 即有三个相同位置出现; 以三十条棱的任何一条棱的中点为中心对准其相对棱的中心点, 作为轴, 每旋转 180° , 其形不变, 须转二次复位 (图 3)。

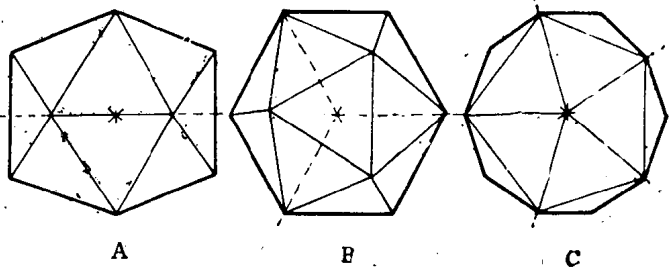


图 3 正二十面体模式图

- A. 以棱为中心对称轴旋转
- B. 以三角面为中心对称轴旋转
- C. 以顶为中心对称轴旋转

5:3:2 次轴对称为正二十面体结构的主要特征。

正二十面体由壳粒镶嵌组成, 其顶角的壳粒总是与周围五个间距相等的壳粒为邻, 呈梅花状排列, 谓五邻体; 在三角面和棱上的每个壳粒则与六个间距相等的壳粒为邻, 叫做六邻体。根据一个棱上的壳粒数 (n), 按 $N = 10(n-1)^2 + 2$ 的公式即可算出整个病毒的壳粒总数 (N)。如腺病毒一个棱上的壳粒数为 6, 其壳粒总数 $N = 10(6-1)^2 + 2 = 252$; 疱疹病毒一个棱上的壳粒数为 5, 故其壳粒总数 $N = 10(5-1)^2 + 2 = 162$ 。

病毒的这种构型在建筑学上是取材最经济的, 所占的空间最小, 而容积最大, 又最坚固, 从而保护核酸不受核酸酶的破坏, 更好地适应其生存和代谢的需要。

2.螺旋对称结构:螺旋对称结构的病毒,都是由大分子核酸与蛋白质结合而构成的精巧的螺旋状共聚体,这种核酸—蛋白共聚体呈螺旋状扭曲或其他不规则形状的扭曲,盘旋在球形或棒状的囊膜内,成为病毒的生命中心。此等核蛋白即称为核衣壳(图4)。

这种游离的核衣壳与正二十面体的核衣壳不同,若在其外面没有囊膜,则病毒失去感染性,就此种意义上来说,螺旋对称病毒的囊膜可以称为壳(shell),而其中间的核衣壳可以称为核芯(core)。过去把正二十面体病毒的衣壳和其内部的核酸通称为核衣壳,但现在通常都是将螺旋对称病毒的核蛋白称为核衣壳。

3.复合对称结构:某些动物病毒(如痘病毒),结构很复杂,看不到正二十面体和螺旋对称样的核衣壳。外膜是由不规则排列的管状脂蛋白亚单位组成,包含一个核芯和两个“侧面小体”,核芯中含有DNA和蛋白质。羊的接触传染性脓疮病毒的表面具有许多十字形交叉的带状结构(图5)。

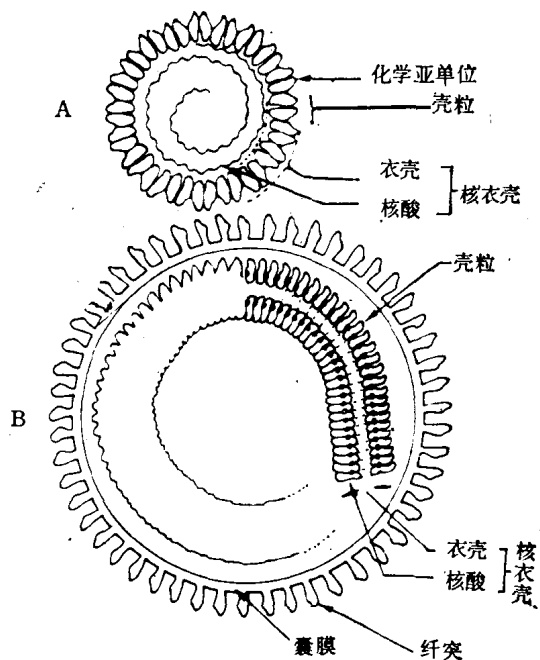


图4 螺旋对称型病毒的模式图
A.裸体病毒 B.有囊膜病毒

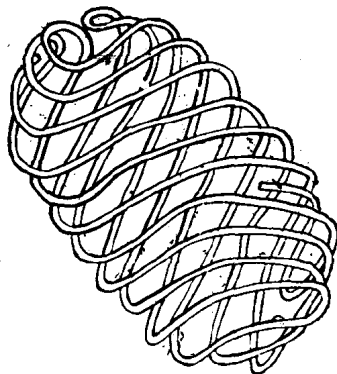


图5 羊接触传染性脓疮病毒的表面构造模式图

三、病毒的复制过程

病毒的复制过程大体可分为吸附、侵入、脱壳、生物合成、装配和释放五个阶段。

1.吸附:吸附是病毒感染细胞的第一步。对非易感细胞来说完全是以扩散和布朗运动方式与细胞发生碰撞的结果,是一种非特异性结合。对易感细胞而言,除非特异性结合以外,主要是一种特异性结合。前者是属于一种可逆性吸附,后者则属于一种不可逆吸附。

应该指出,吸附过程的这两种形式,即可逆与不可逆吸附,并非是所有病毒的共同规律,常因病毒种类和宿主细胞的不同而有所不同。

2.侵入:病毒颗粒侵入宿主细胞的方式也随病毒种类和细胞的不同而异。动物病毒似乎很容易穿过细胞膜,现已观察到两种侵入宿主细胞的方式。其一,通过细胞的胞饮作用,将整个病毒颗粒吞入细胞内,形成吞饮泡。其二,病毒直接穿过细胞膜进入细胞内。

3.脱壳:完整病毒颗粒进入细胞以后,开始脱壳,病毒颗粒随即消失。这时在被感染细胞内便看不到有传染性的病毒颗粒。从病毒颗粒消失直到新的子代病毒颗粒出现,这段

时间称为隐蔽期。

病毒脱壳与侵入方式有很大关系，以胞饮作用进入细胞的病毒要形成吞饮泡，吞饮泡内的病毒颗粒脱壳是在溶酶体蛋白水解酶的作用下进行的，脱壳后释放出病毒核酸；直接穿透细胞膜，不形成吞饮泡的病毒则直接经细胞蛋白水解酶的作用进行脱壳；另外一些带囊膜的病毒，是通过囊膜与细胞膜融合的方式进入细胞，把核衣壳释放到胞浆内，然后再脱去衣壳释放出核酸。当然，带有囊膜的病毒也能以胞饮方式侵入易感细胞，然后脱壳；还有一些结构复杂的病毒（如痘病毒），通过胞饮方式进入细胞后，需经两步脱壳，第一步在吞饮泡内脱去外衣壳，第二步经脱壳酶作用脱去内层衣壳，最后释放出核酸。

4. 生物合成：病毒的生物合成包括核酸的复制和蛋白质的合成两个部分。

D. Baltimore(1971) 提出以病毒的遗传功能和以信使核糖核酸(mRNA)为基础,将病毒分为六类(图6)。下面我们根据这种分类方法来阐明病毒的生物合成过程。

I类：双链DNA病毒。双链DNA病毒(除痘病毒外)都在胞核内形成DNA，在胞浆内合成病毒蛋白质。现以单纯疱疹病毒的复制过程为例加以说明(图7)。

当病毒在胞浆内释放出的DNA进入核内后，在细胞核内含有的依赖DNA的RNA聚合酶作用下转录出一条早期mRNA。然后，在细胞核糖体上转译出早期蛋白质，其中包含有DNA聚合酶，这种酶作用于亲代DNA，按半保留复制形式，复制出子代双链DNA分子，再以子代DNA分子为模板，转录出大量带有病毒信息的晚期mRNA，在胞浆核糖体上转译出大量“晚期蛋白质”，其中绝大部分为病毒结构蛋白。然后在胞核内形成核衣壳。病毒核衣壳在穿过核膜、内质网膜以及细胞空泡膜时获得囊膜，最后通过细胞崩解等方式释放出子代病毒(图8)。

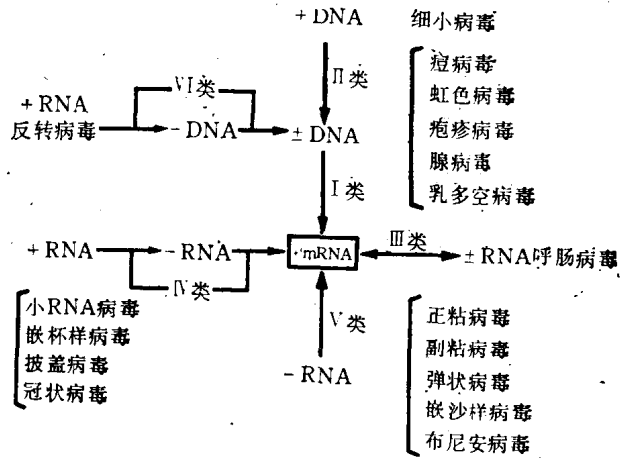


图6 病毒遗传系统的动物病毒分类表

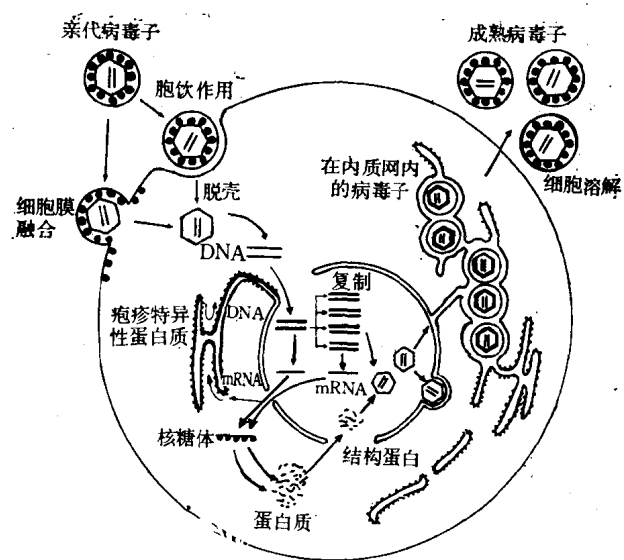


图7 单纯疱疹病毒繁殖过程图解

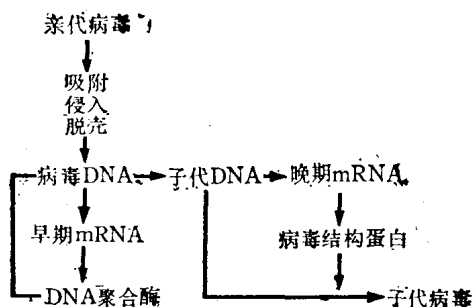


图8 双链DNA病毒复制周期示意图

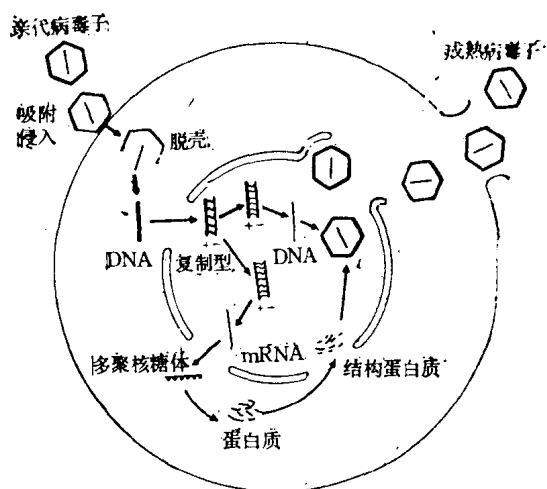


图9 细小病毒复制过程图解

Ⅱ类：单链DNA病毒。单链DNA病毒主要是指细小病毒科成员。当病毒释放出DNA后，以亲代DNA为模板产生一条相应的互补链与亲代DNA形成双链中间体，称为复制型。复制型以半保留复制方式产生两条双链DNA分子。其中含有亲代DNA的新合成的双链DNA以其负链为模板，以全保留复制方式复制出单链的子代DNA；而不含有亲代DNA的新合成的双链DNA分子，作为转录mRNA的模板，由mRNA转译成病毒的特异性蛋白。然后在核内装配成病毒颗粒，最后以细胞崩解，释放出子代病毒（图9）。

Ⅲ类：双链RNA病毒。双链RNA病毒主要是指呼肠病毒科成员。脱去病毒外层衣壳的“亚病毒”粒子，在RNA聚合酶作用下，以(-)RNA为模板，转录出(+)RNA进入细胞浆。新合成的大部分RNA起着mRNA的作用，由此转译出三种蛋白质（核蛋白、衣壳蛋白和酶）；而其他部分RNA则作为子代RNA的模板。进而装配成完整的病毒颗粒，最后从细胞内释放出来（图10）。

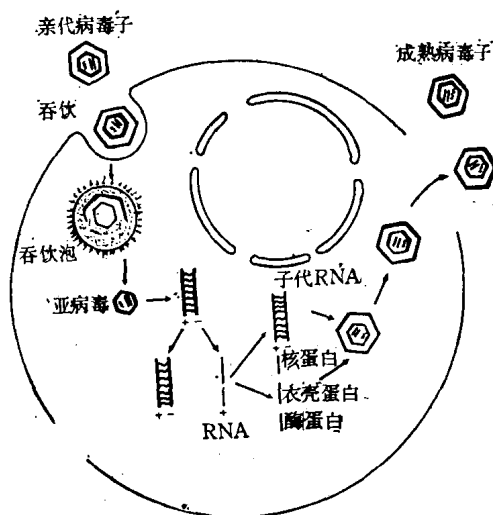


图10 呼肠病毒复制过程图解

Ⅳ类：单链(+)RNA病毒。单链(+)RNA病毒包括有小RNA病毒、披盖病毒、冠状病毒和嵌杯样病毒。有关这类病毒复制的一些资料都是以脊髓灰白质炎病毒为模型获得的（图11）。

单链(+)RNA病毒以RNA为模板在核糖体上转译成各种蛋白质，其中主要是病毒结构蛋白和多聚酶。在遗传信息传递方面，还必须按中心法则合成一条与亲代(+)RNA

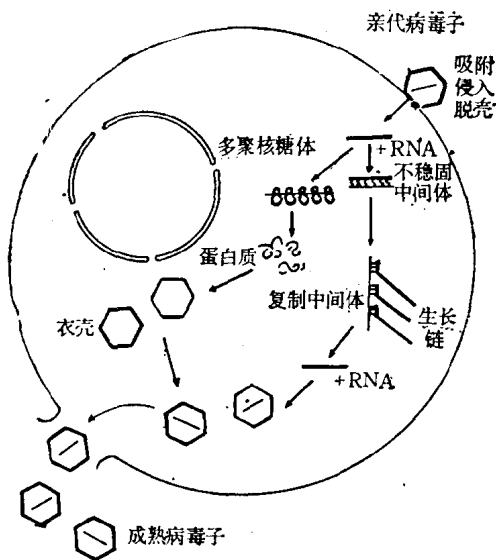


图 11 脊髓灰白质炎病毒复制过程图解

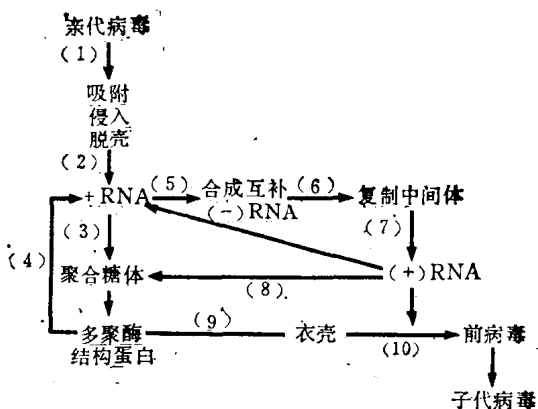


图 12 脊髓灰白质炎病毒复制周期示意图

RNA 相互补的 (-) RNA, 这种新合成的双链 RNA 称为不稳固中间体。在聚合酶的作用下, 再以 (-) RNA 为模板合成 (+) RNA 生长链, (-) RNA 链称为复制中间体。

(+) RNA 生长链最后从复制中间体上解脱下寨, 形成子代病毒 (+) RNA。反过来子代病毒 RNA 又可以行使 mRNA 功能转译成更多的病毒蛋白, 又可以作为再产生复制中间体的模板, 最终形成带有衣壳的子代病毒颗粒, 通过细胞崩解释放出来。

综上所述, 可将 (+) RNA 病毒的复制过程归纳为十个步骤 (图 12)。

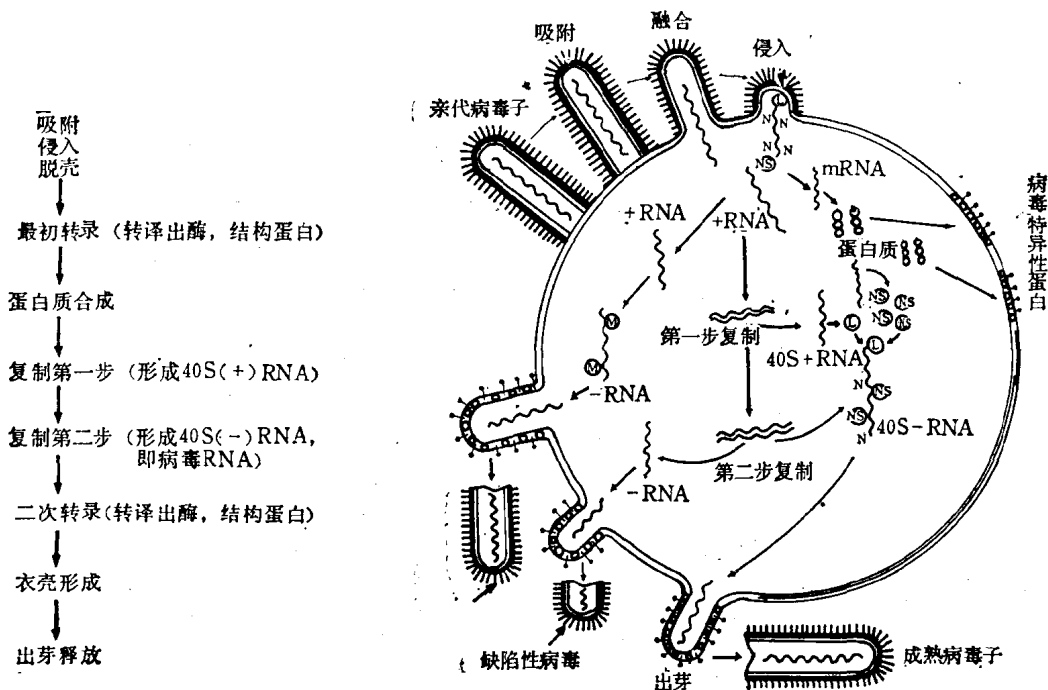


图 13 水泡性口炎病毒复制示意图

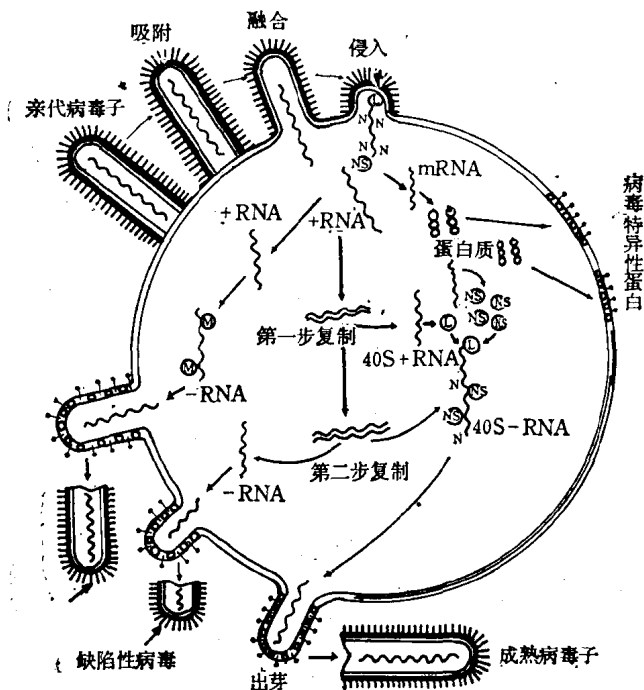


图 14 水泡性口炎病毒复制过程图解

V类：单链（-）RNA 病毒。单链（-）RNA 病毒，多数为带有囊膜的病毒。有关（-）RNA 病毒复制过程研究较多的是水泡性口炎病毒（图 13）。

需要指出的是水泡性口炎病毒除按正常途径复制出完整的病毒颗粒以外，易产生缺损干扰粒子。这种粒子比正常感染性弹状病毒要短，仅含有部分 RNA。

另外，在水泡性口炎病毒的复制过程中，在 mRNA 转录的同时，必须复制更多的病毒 RNA（40s（-）RNA）。为了要合成病毒 RNA，还得需要一个 40s（+）RNA 作为模板。因此，在水泡性口炎病毒复制过程中，发生两个 RNA 合成系统，即复制系统产生 40s（+）RNA 与 40s（-）RNA，转录系统产生 mRNA。

VI 类：RNA 肿瘤病毒。
RNA 肿瘤病毒主要指反转病毒科的成员，这类病毒复制过程如图 15 所示。

病毒在胞浆内释放出核酸（70sRNA）后，在病毒反转录酶作用下，以（+）RNA 为模板形成 RNA-DNA 杂交体，然后在依赖 DNA 的 DNA 聚合酶作用下，产生双链病毒 DNA（前病毒），然后进入核内，整合到细胞基因组中，在适当的条件下，再转录出 mRNA 和复制成新的子代病毒（+）RNA。m

RNA 核糖体上转译成各种蛋白，其中包括病毒结构蛋白，再由结构蛋白和子代病毒 RNA 进一步装配成核衣壳，进而以出芽方式获得囊膜，释放到细胞外，形成完整的病毒颗粒。

反转病毒的复制环如图 16。

5. 装配和释放：

装配：由上述六类病毒的生物合成过程可知，病毒的核酸和蛋白质是分开合成的，由于各类病毒不同，合成途径也各不相同，但是最终都要把合成的物质（核酸和蛋白质）装配起来，才能成为完整的病毒。有的在细胞核内装配，有的在细胞浆内装配。

释放：病毒释放有以下几种方式：

- （1）被感染的细胞崩解，释放出病毒颗粒；
- （2）通过细胞内的内质网等结构释放

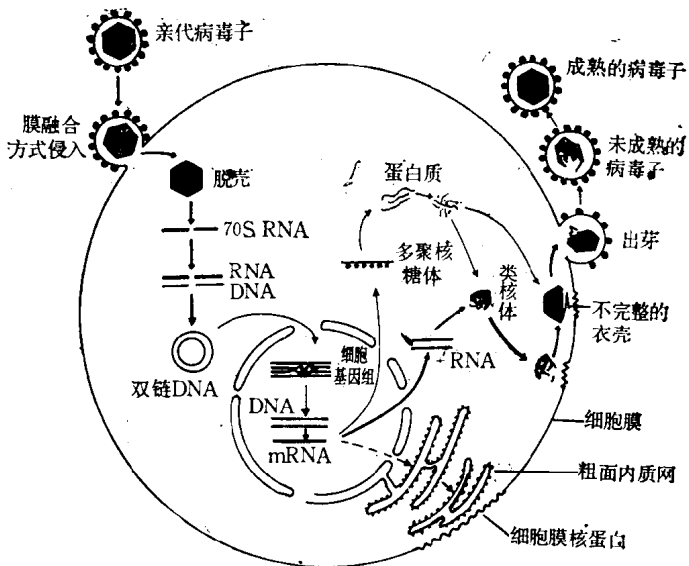


图 15 RNA 肿瘤病毒复制过程图解

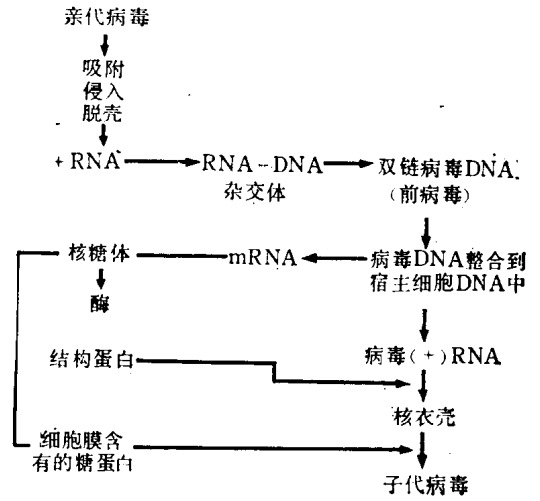


图 16 反转病毒复制过程示意图

病毒颗粒；

(3) 通过细胞膜或细胞空泡膜，以“出芽”方式释放病毒颗粒。

四、动物病毒的分类

当前国际病毒学家对病毒分类的基本意见，仍是根据病毒的化学组成、形态结构和免疫特性等进行分类。科以上的病毒根据其化学组成，分为 DNA 和 RNA 病毒。“科、属”主要是依病毒衣壳对称性、有无囊膜、衣壳装配部位、核衣壳获得的部位、病毒体积大小和病毒核酸的分子量以及病毒对有机溶剂的敏感性来分类，“种”主要根据免疫学性质来分类。据此，可将动物病毒大致作如下分类。

1. DNA 病毒：

(1) 衣壳立体对称、无囊膜结构的 DNA 病毒：此类病毒的共同特征是衣壳立体对称，病毒颗粒裸露无囊膜，衣壳在细胞核内装配，对乙醚不敏感。属此类病毒的有三个病毒科，即小 DNA 病毒、乳多空病毒和腺病毒科。其中在小 DNA 病毒科中包括有一些缺损病毒。例如腺-星状病毒 (Adenosatellovirus) 或腺联病毒，它们只有当腺病毒同时存在时，才能复制。

(2) 衣壳立体对称、有囊膜的 DNA 病毒：这类病毒衣壳立体对称，有囊膜，衣壳也是在细胞核内装配，对乙醚敏感。属于此类的有疱疹病毒科，其特点是能潜伏存在于宿主体内，有好些种病毒与癌症的发生有关。鸡马立克氏病病毒就是典型的癌病毒。另外在细胞浆内装配衣壳的病毒还有虹色病毒科的成员。

(3) 衣壳结构复杂的 RNA 病毒：这类病毒被有复杂的囊膜，衣壳在胞浆内装配，属于此类的有痘病毒科的成员。

2. RNA 病毒：

(1) 立体对称、裸体无囊膜的 RNA 病毒：此类病毒衣壳呈立体对称，病毒颗粒裸露，衣壳在胞浆内装配，属于此类的有小 RNA 病毒科、呼肠病毒科和嵌杯样病毒科的成员。

(2) 立体对称、有囊膜的 RNA 病毒：病毒衣壳在胞浆内合成。属于此类的有披盖病毒科的成员。

(3) 螺旋对称、有囊膜的 RNA 病毒：该类病毒衣壳呈螺旋型对称，在胞浆内复制，病毒直径虽然较大，但核酸分子量并不大。此类病毒包括有正粘病毒、副粘病毒和弹状病毒科的成员。

(4) 其他衣壳不对称或结构不明的 RNA 病毒：这些病毒均有囊膜，囊膜在胞浆内复制。此类病毒比较重要，由于它们不仅具有 RNA 基因组，而且还有逆转录酶，故在复制过程中存在 DNA 中间体，对猫、鼠、禽类等动物有致肿瘤作用。此类病毒包括有反转病毒科、嵌沙样病毒科、冠状病毒科和布尼亚 (Bunya) 病毒科的成员。

病毒的上述分类可归于一个总表。

动物病毒分类总表

核酸	衣壳称	囊膜有无	对乙醚感受性	壳粒数	颗粒直径	核酸分子量 $\times 10^6$	核糖结构	病毒科	主要病	成 员
DNA	正20面体	无	抵 抗	32	18—26	1.5—2.2	单 链	小DNA病毒科	阿留申病毒, 大鼠、牛、猫、鹅、猪的细小病毒, 牛、犬从属病毒	
				72	45—55	3—5	环形双链	乳多空病毒科	牛、羊、马、鹿、兔乳头瘤病毒, 小鼠多型瘤病毒	
				252	70—90	20—30	线状双链	腺病毒科	马、牛、羊、猪、鸡的腺病毒	
	复 杂	有	敏 感	162	120—200	80—150	线状双链	疱疹病毒科	马流产、伪狂犬病、牛鼻腔肺炎、小鼠细胞巨化病, 马立克氏病 (可能成员)	
		有或无	抵抗或敏感	约1500	125—300	100—250	线状双链	虹色病毒科	非洲猪瘟	
RNA	正20面体	无	抵 抗		300—450 $\times 170—260$	85—240	双 链	痘病毒科	羊痘、羊接触传染性脓疮、猪痘、鸡痘、兔痘、小鼠脱脚病	
				32	20—30	2.0—2.8	单 链	小RNA病毒科	猪、牛肠道病毒、猪水泡病病毒、牛鼻病毒、口蹄疫病毒	
				32	35—40	2.6—2.8	单 链	嵌杯样病毒科	猪水泡疹病毒	
	正20面体	有	敏 感	?	60—80	12—29	线状双链	呼肠病毒科	鸡、牛、犬的呼肠病毒, 牛、猪、羊轮状病毒, 蓝舌病、非洲猪瘟病毒	
				32?	40—80	4	单 链	披盖病毒科	日本乙型脑炎、东方马脑炎、西方马脑炎、猪瘟、牛、羊粘膜炎、风疹病毒、马动脉炎病毒 (可能成员)	
RNA	不 明 或 复 杂	有	敏 感		50—300	3—5	单 链	嵌沙样病毒科	LCM病毒、拉沙病毒	
					70—160	5.5—6.1—8.1	单 链	冠状病毒科	鸡支气管炎病毒、猪传染性胃肠炎病毒	
					80—100	7—10	线状单链	反转病毒科	鸡、牛白血病、肉瘤病毒、牛合胞体病毒、梅迪维那纳病毒	
RNA	螺旋对称型	有	敏 感		90—100	6—7	单 链	布尼安病毒科	布尼安维拉病毒	
					80—120	5	线状单链	正粘病毒科	马、猪、禽类流感病毒	
					150—300	5—8	单 链	副粘病毒科	鸡新城疫、牛瘟、犬瘟热等病毒	
RNA	螺旋对称型	有	敏 感		120—380	3.5—4.6	线状单链	弹状病毒科	狂犬病、水泡性口炎病毒、牛流行热病毒 (可能成员)	

病毒分类中的名词解释 为了便于理解病毒分类中出现的名词，摘其主要的词解释如下：

Aden: 来自希腊文 *adēn*, *adenos*, “腺”之意。腺病毒首先是从人的腺组织中分离得到的。

Alpha: 希腊第一字母 α , 即“甲”之意。

Aren: 来自拉丁文 *arena*, 英文为 *sandy*, “沙”的意思。在电子显微镜切片上病毒颗粒呈现沙样状态。

Aphth: 希腊文 *aphtha*, 口角上的水泡, “鹅口疮”之意。

Av: 来自拉丁文 *avis*, “鸟”、“禽”之意。

Bunya: 来自布尼安维拉 (*bunyamwera*), 是非洲乌干达的一个地名, 其代表种就是在这里分离出来的。

Capr: 来自拉丁文 *caper*, “山羊”之意。

Cardi: 来自希腊文 *lardia*, “心脏”之意。

Chlor: 来自希腊 *chlōros*, “绿色”之意。

Coron: 来自拉丁文 *coronilla*, “王冠”、“冕”之意, 负性染色制备的样品用电子显微镜观察时病毒的表面显示纤突样外观, 呈皇冠或日冕样形态, 因而得名。

Dens: 来自拉丁文 *densus*, “浓”、“致密”之意。

Depend: 来自拉丁文 *dependens*, “下垂的”、“从属”、“依赖”之意。

Enter: 来自希腊文 *enreron*, “肠”之意。

Entom: 来自希腊文 *enroma*, “昆虫”之意。

Fiji: 来自首先报道此病的国家名, 即斐济。

Flav: 来自拉丁文 *flavus*, “黄”之意。

Herpes: 来自希腊文 *herpō*, “爬”; 变成 *Herpēs*, “蔓草”之意。从热性疱疹病变的性质而来。

Influenza: 来自意大利文 *influenza*, “流行病”之意。

Irid: 来自希腊文 *iris*, “虹”之意。

Lent: 来自拉丁文 *lenfus*, “慢”之意。

Lepor: 来自拉丁文 *lepus*, “兔”之意。

Lyss: 来自希腊文 *lyssa*, “疯狂”、“狂犬病”之意。

Mast: 来自希腊文 *mastos*, “乳房”之意。

Morb: 来自拉丁文 *morbus*, “疾病”。

Myx: 来自希腊文 *myxa*, “粘液”之意。

Nairo: 来自内罗毕 (*Nairobi*) 的羊病, 首先报道的此病是由该属成员病毒所引起的。

Onc: 来自希腊文 *onkos*, “肿瘤”之意。

Orb: 来自拉丁文 *orbis*, “环”之意。

Orth: 来自希腊文 *orthos*, “正”、“原”、“邻位”之意。

Orthomyx: 来自希腊文 orthos 和 myxa, “正粘”之意。

Papilloma: 来自拉丁文的字头 papilla (乳头) 和希腊文字尾 oma (瘤), “乳头状瘤”之意。

Papova: 乳头状瘤 (papilloma)、多型瘤 (polyoma) 和空泡化病原 (Vacuolating agent—早称 SV₄₀) 三种病毒名称的缩写, 总称为乳多空 (病毒)。也有人称为乳多泡 (病毒) 的。

Para: 来自希腊文 para, “副”、“旁”、“拟”之意。

Paramyx: 来自希腊文 para (副) 和 myxa (粘液), 为“副粘”之意 (与血凝素和神经氨酸酶的活性有关)。

Parv: 来自拉丁文 parvus, “小”之意。

Pesti: 来自拉丁文 pestis, “瘟疫”之意。

Phleb: 来自希腊文 phlebos, “翅脉”之意。

Phyt: 来自希腊文 phyton, “植物”。

Picorna: 来自意大利文 pico, “细小”, “微小”。和 RNA 合用即细小核糖核酸 (病毒)。

Pneum: 来自希腊文 pneuma, “肺”、“呼吸”、“空气”之意。

Polyoma: 来自希腊文 poly, “多”之意。加字尾 oma (瘤), 指多型瘤或多瘤 (病毒)。

Pox: pox (痘疱) 的复数, “脓疱”、“溃疡”之意。

Ran: 来自拉丁文 rana, “蛙”之意。

Reo: respiratory (呼吸道)、enteric (肠道) 与 origin 三个单词缩写, 意为呼肠 (病毒)。

Retro: 来自拉丁文 retro, “反转”之意。

Rhabd: 来自希腊文 rhabdos, “棒”之意。

Rhin: 来自希腊文 rhis, “鼻”之意。

Rot: 来自拉丁文 rota, “轮”、“车轮”。

Rub: 来自拉丁文 ruber, “红的”。

Spum: 来自拉丁文 spuma, “泡沫”之意。

Sigm: 来自希腊文 sigma, 希腊字母中的第十八个字, 相当于拉丁文和英文字母中的 “S”。

Su: 来自拉丁文 sus, “猪”之意。

Toga: 来自拉丁文 taga, “袍”、“斗篷”之意。

Uuku: 来自 Uukuniemi, 译为无孔尼米。地名, 位于芬兰, 即在这里分离到此病毒。

Vesic: 来自拉丁文 vesicula, vesica, “水”、“水泡”、“起泡”之意。