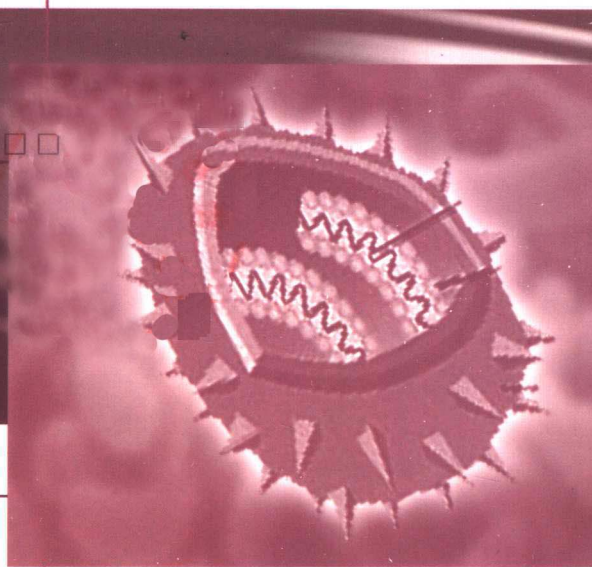


传染病预防与健康丛书

中国疾病预防控制中心传染病预防控制所 组织编写

微生物与健康

● 卢金星 主编



化学工业出版社

传染病预防与健康丛书

中国疾病预防控制中心传染病预防控制所 组织编写

微生物与健康

卢金星 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

微生物与健康/卢金星主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 8
(传染病预防与健康丛书)
ISBN 7-5025-6037-8

I. 微… II. 卢… III. 微生物-关系-健康
IV. R151.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 083208 号

传染病预防与健康丛书
中国疾病预防控制中心传染病预防控制所 组织编写
微生物与健康
卢金星 主编
责任编辑: 靳星瑞 杨立新 孙绥中
责任校对: 顾淑云 于志岩
封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
中国纺织出版社印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订
开本 850mm×1168mm 1/32 印张 6¼ 字数 128 千字
2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-6037-8/R·241
定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《传染病预防与健康丛书》编委会

主 任 徐建国

副主任 汪诚信 张建中 卢金星

编 委 徐建国 汪诚信 张建中 卢金星 刘起勇
刘崇柏 俞东征 孙 俊 李素梅 阚 飙

《微生物与健康》

编写人员名单

主 编 卢金星

副主编 鲍晓明

参编人员 (以姓氏笔画为序)

生举正 山东大学生命科学学院

刘向勇 山东大学生命科学学院

李 雁 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所

张晓晖 山东大学生命科学学院

罗成旺 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所

袁佩娜 中国药品生物制品检定所

徐建国 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所

郭 亭 山东大学生命科学学院

熊德鑫 中国人民解放军 304 医院, 中国微生态学会主任委员

序

传染病对人类的生存发展产生过严重影响。历史上，因感染传染病而死亡的人数要多于战争中死亡的人数。建国以来，党中央、国务院十分重视传染病的预防与控制，我国在预防医学领域取得了举世瞩目的成就，人民健康水平有了很大提高。但是，“我们正处于一场传染性疾病全球危机的边缘，没有哪一个国家可以幸免，也没有哪一个国家可以对此高枕无忧”。我国传染性疾病的形势是：①少数传染病将被消灭、如脊髓灰质炎等；②一些过去已经基本上控制了传染病又卷土重来，如结核、梅毒等；③陆续发现了一些新的传染病；④对一部分国外报道的新发传染病，还没有开展全面的调查研究工作。总之，经典传染病还没有完全控制，新的传染病已经出现，我们面临着新老传染病的双重威胁，和传染病的较量进入了一个新的阶段。任重而道远。

我曾经是一个临床医师，也曾经多年从事省级与国家级疾病预防控制管理工作。在从医、从政 40 年中，由于我的特殊生涯，与我国目前法定的甲、乙、丙类共 35 种（含 SARS）传染病均打过交道，对有些传染病，我还曾专门研究过（如钩端螺旋体、疟疾、流行性脑脊髓膜炎、肺结核、血吸虫病、破伤风等），亲自参与处理过一些重大新发传染病（如鼠疫、霍乱、禽流感、艾滋病、大肠杆菌 O157:H7 等）。因此，从某种程度上讲，我与传染病的预防和控制工作，结下了不解之缘。在抗击 SARS 的日日夜夜里，我对传染病的认识，也在发生变化。

近年来，我们生活的世界发生了巨大的变化。飞机等交通工具日益普及，传染病可以在短时间内传到世界各地，可以影响到国家的政治稳定 and 经济发展，可以演变为国际性的事件。科学技术的飞跃发展，使我们能够在 2 个月左右的时间内，明确 SARS 的病原

体。这在几年前几乎是不可想像的。在和 SARS 斗争的过程中，我们使用了微生物基因组技术、蛋白质组技术、芯片技术、电子计算机技术、纳米技术、高通量药物筛选和疫苗发展技术等。这种进步，是革命性的。

预防和控制 SARS，预防和控制其他疾病，都必须依靠科学和技术，专业人员和从事疾病预防控制的管理人员，都要学习新的知识和技术。疾病预防控制的理论和方法，也要与时俱进。从 SARS 这节课中，我们应该学习很多。

为了满足人们对健康知识较强烈的需要，中国疾病预防控制中心传染病预防控制所和化学工业出版社共同组织编写了《传染病预防与健康丛书》。丛书共 8 册，包括《新发现传染病》、《微营养素与健康》、《免疫与健康》、《环境有害生物防治》、《消毒技术与应用》、《传染病的预防与控制》、《微生物与健康》、《病毒性肝炎——威胁人类的杀手》。本丛书力图从一种新视角、新方式介绍传染病预防与控制知识，不仅适合基层卫生工作人员如县、乡、村一级的医疗及卫生防疫人员，也可供具有大学以上知识水平的政府官员、企业决策者、管理者等阅读。丛书的作者，大多数是目前活跃在传染病预防控制工作的年青一代。SARS 使他们对传染病的认识也更加深刻了。希望他们的思维、知识、经验、体会和建议，对您能够有所帮助和启发，希望我国的传染病预防控制事业再度腾飞。



2003 年 10 月

前 言

地球上，除了我们熟知的动物和植物之外，还有一个与我们朝夕相处的生物群体。它们太微小，以致用肉眼看不见或看不清楚。因此，它们的存在和作用往往容易被忽视。这个生物群体就是微生物。

所谓微生物，就是一切肉眼看不见或看不清楚的微小生物的总称。它们是一些个体微小、构造简单的低等生物，大多为单细胞，少数为多细胞，还包括一些没有细胞结构的生物。微生物主要有古生菌；属于原核生物类的细菌、放线菌、蓝细菌、支原体、衣原体、立克次体；属于真核生物类的真菌、原生动物和显微藻类；以及无细胞结构的病毒。多数微生物在光学显微镜下可见。蘑菇和银耳等食用、药用菌类是菌类中的例外，尽管大到可用厘米表示它们的大小，但其本质是真菌，我们称它们为大型真菌。而属于非细胞生物类的病毒、类病毒和朊病毒（又称朊粒）等则需借助电子显微镜才能看到。

微生物是一切生物的老前辈。地球诞生至今已有 46 亿多年，在 35 亿年前地球上就出现了微生物。而人类出现在地球上只有几百万年的历史。从进化的角度，如果把地球的年龄比喻为一年的话，则微生物约在 3 月 20 日诞生，而人类约在 12 月 31 日下午 7 时许才出现在地球上。尽管如此，人类发现微生物却只有短短的几百年。直到 1675 年，荷兰人列文·虎克

利用自制的显微镜观察到了细菌，才揭示出一个过去从未有人知晓的微生物世界。

从19世纪末叶起，随着传染病病原体的不断被发现，人们自然形成了一种观念：“微生物是有害的”。特别是近两年SARS和禽流感的暴发流行，人们更是“谈微生物而色变”。事实上，大多数微生物不光对人有益，而且是地球上其他生命形式不可缺少的“伙伴”。微生物种类繁多，分布广泛，无论在自然环境中还是在动物、植物的体内、体表，几乎无处不在。客观来讲，我们就生活在一个遍布微生物的世界里。

一方面，微生物是生物链中关键的一环。生物链是指由动物、植物和微生物互相提供食物而形成的相互依存的链条关系，在一定的空间内，生物的成分和非生物的成分通过物质循环和能量流动互相作用、互相依存而构成的一个生态学功能单位。生物成分按其在生态系统中的作用，可划分为三大类群：生产者、消费者和分解者，即所谓三级生态系统。

① 生产者吸收太阳能并利用无机营养元素（C、H、O、N等）合成有机物，将吸收的一部分太阳能以化学能的形式储存在有机物中。生产者的主体是绿色植物，以及一些能够进行光合作用的菌类。

② 消费者是直接或间接地利用生产者所制造的有机物作为食物和能源，而不能直接利用太阳能和无机态的营养元素的生物，包括草食动物、肉食动物、寄生生物和腐食动物。消费者以动物为主。

③ 分解者是指所有能够把有机物分解为简单无机物的生物，它们主要是各种细菌和部分真菌。分解者以动植物的残体

或排泄物中的有机物作为食物和能量来源，通过它们的新陈代谢作用，有机物被分解为无机物并最终还原为植物可以利用的营养物。大约 90% 的陆地生产者都要通过分解者作用最终形成无机物归还大地。如果没有微生物的作用，地球上的生物残体就会堆积如山。正是这种微生物对各种有机物质的降解作用，才保证了自然界正常的物质循环和能量循环。

另一方面，在动物、植物的体内和体表还共生着大量微生物，在正常情况下它们不但对宿主无害，相反还是宿主生长发育、新陈代谢、抵御疾病不可缺少的“伴侣”。一个成年人体内、体表所携带的微生物按质量计约 1.271kg；按数量约 10^{14} 个，比其机体的构成细胞数量还多 10 倍。这些微生物大部分与机体细胞密切接触，交换能量、物质，甚至相互传递遗传信息。它们对宿主具有营养、免疫、生长刺激和生物拮抗等作用。据估计，宿主 35% 左右的消化酶类是由这些微生物合成的。再者，在日常生活和工、农业生产中，我们已直接或间接地利用了微生物或其代谢产物和代谢功能。随着科学的发展和人们对微生物认识的不断深入，人们对微生物的利用必将越来越广泛。

为了使大家对微生物有一个客观、全面的认识，以便能科学开发利用微生物，并能与其和平共处。本书分微生物概论、微生物与人类生活、微生物生态、人体微生物、微生态制剂、科学应用抗生素、疫苗、微生物与环境保护等几个章节展开介绍。尽管编者付出了较大的努力，但因才疏学浅，加之时间仓促，对以上几个方面的介绍自觉不够全面和透彻。我们真诚希望广大读者能给予批评指正，也期待着大家能不断丰富其

内容。

愿此书能唤醒人们对其他物种的尊重，提醒人们去追求人与自然的和谐统一，从中体悟健康的本质。

卢金星

2004 年 4 月

内 容 提 要

微生物是一切微小生物的总称，是地球上最早出现的生命体。微生物同人类、动物和植物彼此间相互依存、相互制约，构成了地球上的生物链。

人类最初认识微生物是基于微生物的致病性，因此得出了“微生物有害”的片面性结论。而事实上，对人类有害的微生物只是微生物大家族中的极少数。绝大多数微生物不但对人无害，相反，还是人类新陈代谢、生长发育、生产生活中不可缺少的伴侣。

本书主要从微生物概论、微生物与人类生活、微生物生态、人体微生物、微生态制剂、科学应用抗生素、疫苗与计划免疫、微生物与环保等几个方面，系统、全面地介绍了微生物的种类和特点，微生物在生态链中的位置和作用，微生物在人体的分布和功能以及微生物在工、农、医、环保和人类日常生活中的应用等有关知识。

本书撰写风格力求深入浅出，内容通俗易懂，适合基层从事卫生工作的人员阅读，也可作为非专业人士的科普读物。

目 录

第一章 微生物概论	1
第一节 微生物的“家族”	1
第二节 微生物的主要特点	20
第二章 微生物与人类生活	26
第一节 微生物与食品	26
第二节 微生物与工业	35
第三节 微生物与农业	45
第三章 微生物的生态	48
第一节 微生物在自然界中的分布	48
第二节 微生物在生态链中的作用	62
第三节 微生物与生物环境间的相互关系	67
第四章 人体微生物	72
第一节 人体正常微生物群	72
第二节 微生态平衡与健康	87
第五章 微生态制剂	92
第一节 什么是微生态制剂	92
第二节 微生态制剂的研制与应用	98
第三节 正确使用微生态制剂	101
第六章 科学应用抗生素	106
第一节 抗生素及其作用机制	106

第二节 抗生素的功与过	110
第三节 科学应用抗生素	118
第七章 疫苗	134
第一节 什么是疫苗	134
第二节 免疫与计划免疫	142
第八章 微生物与环境保护	156
第一节 微生物对污染物的抗性 & 降解	156
第二节 废弃物的微生物处理	163
第三节 被污染环境的生物修复	173
第四节 利用微生物生产环境友好产品	174
后记——微生物与未来	178

第二章

微生物概论

第一节 微生物的“家族”

微生物 (microbe, microorganism) 通常是描述一切肉眼所看不到、需借助显微镜才能看清的微小生物的总称。包括病毒、亚病毒 (类病毒、拟病毒、朊病毒); 具原核细胞结构的真细菌、古生菌以及具真核细胞结构的真菌 (酵母、霉菌、蕈菌等)、原生动物和单细胞藻类。一般来说, 微生物是结构相当简单的生物。大多数的细菌、原生动物、某些藻类和真菌是单细胞的微生物。即使是多细胞的微生物, 也没有许多的细胞类型。病毒甚至没有细胞结构, 属于无细胞生物, 只有蛋白质外壳包围着的遗传物质, 且不能独立于细胞外存活, 是细胞内寄生生物。但是, 有些例外的情况, 如许多真菌的菌丝、蘑菇等常肉眼可见; 同样, 某些藻类能生长几米长, 也归为微生物。

微生物是地球上生物多样性最为丰富的资源。微生物的种类仅次于昆虫, 是生命世界里的第二大类群。然而, 由于微生物的微观性, 以及研究手段的限制, 许多微生物的种群

还不能分离培养，其已知种占估计种的比例仍很小。从下面的统计表 1-1 中可见一斑。

表 1-1 微生物的已知种数和估计总种数

类 群	已知种数	估计总种数	已知种百分数/%
病毒	5000	130000	4
细菌	4760	40000	12
真菌	72000	1500000	5

一、病毒

病毒被认为是最简单的生命形态（参见图 1-1）。病毒连细胞结构都没有，所以称为非细胞生物。它是微生物中最小的生命实体。它的组成简单，病毒粒体中仅含有一种核酸（DNA 或 RNA）及蛋白质。它们具有专性寄生性，必须在活细胞中才能增殖。因此，根据宿主的不同，有动物病毒、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。有的病毒甚至没有蛋白质，只含有具有单独侵染性的较小型的核糖核酸（RNA）分子（类病毒），或只含有不具备侵染性的 RNA（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 3 类统称为亚病毒。病毒的基本类型见表 1-2。

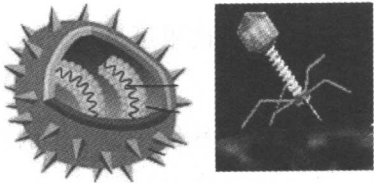


图 1-1 病毒颗粒示意图

表 1-2 病毒的基本类型

名 称	基 本 特 征
(真)病毒	至少含有蛋白质和核酸两类物质
亚病毒	
类病毒	含有具有单独侵染性的核糖核酸(RNA)分子
拟病毒	只含有不具备侵染性的 RNA
朊病毒	没有核酸而有感染性的蛋白质颗粒

病毒是研究生命活动最简单的模型,为近代研究生物大分子结构及其功能、基因组高效表达与调控提供了有力工具,在人类认识生命现象的过程中提供了许多基本的信息。一方面,病毒能够引起动物、植物及人类各种疾病,如冠状病毒引起的 SARS; H₅N₁ 引起的禽流感等。另一方面,它又可被用来消除害虫、用作外源基因的表达载体,可以为人类所利用。病毒学涉及医学、兽医、环境、农业及工业等广阔领域,相应发展成噬菌体学、医学病毒学、兽医病毒学、环境病毒学、植物病毒学及昆虫病毒学等分支学科。病毒学已成为人们认识生命本质,发展国民经济和保证人畜健康而必须深入研究的重点学科。

二、细菌

细菌是单细胞生物,也就是说,一个细胞就是一个个体。细菌的基本形态有三种:球状、杆状和螺旋状,分别被称为球菌(参见图 1-2)、杆菌和螺旋菌。

1. 球菌

球菌(图 1-2)大小以直径表示,多为 0.5~1.0 μ m。根据分裂后细胞排列方式的不同进行分类。细胞分裂后,新个体分散而单独存在,是单球菌,如尿素微球菌;两个细胞成

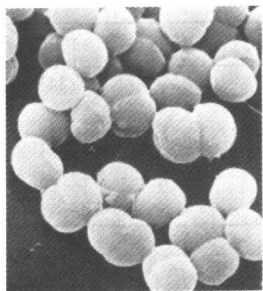


图 1-2 球菌扫描电镜照片

对排列，是双球菌，如肺炎双球菌；经两次分裂形成的四个细胞连在一起呈田字形，是四联球菌，如四联微球菌；多个细胞排成链状，是链球菌，如乳链球菌；细胞沿着三个互相垂直的方向进行分裂，分裂后的 8 个细胞叠在一起呈魔方状，是八叠球菌，如尿素八叠球菌；细胞无定向分裂，形成的新个体排列成葡萄串状，是葡萄球菌，如金黄色葡萄球菌。

2. 杆菌

杆菌的大小以宽度 $\times$ 长度表示，一般为 $(0.2\sim1.25)\mu\text{m}\times(0.5\sim5.0)\mu\text{m}$ 。分为单杆菌、双杆菌、链杆菌等。菌体两端形态各异，如钝圆、平截或略尖等。各种杆菌的长度与直径比例差异很大，有的粗短，有的细长。杆菌是细菌中种类最多的，如大肠杆菌（图 1-3）、枯草芽孢杆菌、双歧杆菌、乳酸杆菌等。

3. 螺旋菌

螺旋菌大小一般为 $(0.3\sim1.0)\mu\text{m}\times(1.0\sim50)\mu\text{m}$ ，根据细胞弯曲程度和螺旋数目分为两种。若菌体弯曲不足