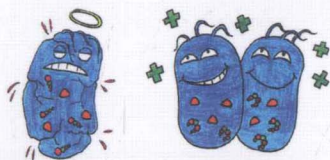


中国科协主席 韩启德 作序推荐



细菌简史

与人类的永恒博弈

陈代杰 钱秀萍 编著

薛原楷 漫画绘制

倪兵 殷瑜 照片制作



化学工业出版社

细菌简史

与人类的永恒博弈

藏书



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

细菌简史：与人类的永恒博弈 / 陈代杰，钱秀萍
编著. —北京：化学工业出版社，2014. 11
ISBN 978-7-122-21743-1

I. ①细… II. ①陈…②钱… III. ①细菌 - 普及
读物 IV. ①Q939.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 204288 号

责任编辑：傅四周
责任校对：陶燕华

装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装：北京画中画印刷有限公司
880mm×1230mm 1/32 印张9 字数186千字
2015年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888 (传真：010-64519686)
售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：35.00元

版权所有 违者必究

序



细菌为微生物中的一类，形状细短，结构简单，是自然界分布最广、个体数量最多的生命体。细菌对人类、动物和环境既有危害也有益处，既有像对抗生素产生高度耐药、致人疾患、威胁人类生命健康的“超级细菌”，又有像双歧杆菌这样有助于维护人体肠道菌群平衡、抵御病原菌的“患难之交”。客观、生动地展示细菌的本来面目，加深民众对细菌这一微小神奇生命的了解，我国科普大师高士其在这方面做过重要的贡献，他以《细菌的衣食住行》《细菌世界历险记》等一系列科普小品唤起了人们对细菌的广泛关注。

陈代杰教授从事微生物药物研究与教育工作30多年，在细菌耐药性研究及抗生素药物创制方面积累了丰富的经验，取得了重要的成果，他在著书立说方面笔耕不辍。他笔下的《细菌简史——与人类的永恒博弈》一书讲述的就是作为人类敌人的细菌如何致人疾患、肆虐生灵和“草菅人命”，作为朋友的细菌又是如何造福人类、惠及衣食住行。全书图文并茂，深入浅出，读来有一种开卷有益之感。

近年来，我国科普佳作尤少，陈教授的这本科普作品是这方面的有益尝试，或许能成为宣传细菌知识的利器，遂欣然作序。

启德

中国科协主席 韩启德



亲爱的读者

我一直以为，作为一名科研工作者，在做好研究工作的同时，有义务将自己的所知、所得、所悟，借助轻松的笔调介绍给普通读者，从而加强科学家和社会大众的联系，使科学知识走出象牙塔与图书馆，进入渴望获取它的每一个人的心里。

基于自己长期工作的研究领域和兴趣，想写一本有关细菌与药物的科学小品由来已久。十三年前华东理工大学出版社出版了笔者的拙作《抗菌药物与细菌耐药性》，该书内容专业性很强，但从科学普及的角度来看，其实讲的是发生在人类与细菌之间一场旷日持久、永无休止的战争。本想以此为题材来撰写这本小品，但是随着构思的不断深入和完善，我愈来愈感到如果只是这样写的话，似乎对细菌不公平，因为细菌除了作为敌人危及人类生命外，细菌也作为朋友为人类的文明和进步作出了“彪炳史册”的贡献。以细菌与人类的战争为主线，兼顾细菌对人类的贡献，才是对细菌这个微小精灵应持有的更公正态度，进而也为读者了解细菌与人类“功过是非”的辩证关系打开方便之门。

为了实现这个夙愿，十多年前我就开始陆续收集各种有关生命科学、药学和医学方面的科普作品。一来看看自己的构思是否与它们“撞车”，是否有付梓出版之



价值；二来学习探索科普作品或大众作品的写作模式，从而对自己的能力做一个客观的评价，看看能不能胜任这份并不轻松的创作挑战。我想作为一本优秀的科普作品，一定要在作者深刻领会那些深奥的科学理论、繁复的科学实验和严谨的科学论证的基础上，以精彩的文笔恰如其分地描述科学事实和科学道理，让读者不仅能一读就懂，而且能牢记在心，在亲身受益的同时最终自觉传播给其他人。显然，达到这样的效果着实不易。

“细菌”这个名词可以说家喻户晓妇孺皆知。不过，亲爱的读者，请发自内心地问一问，你对它到底了解多少？也许当你一听到细菌两字，就会自然地与疾病联系起来，对细菌的狰狞面目“毛骨悚然”。不错，本书主要讲述的就是作为敌人的细菌是如何致人疾患、肆虐生灵和“草菅人命”的，告诉你发生在人类与细菌之间的惊心动魄的“永恒战争”。你会惊奇地发现：致病细菌入侵人体的武器装备和攻击人体的战略战术如此精良；奋然阻击入侵者的人体免疫系统如此迅速和有效地在体内展开着无声大战；“神药”青霉素和链霉素的发现和应用如此光彩夺目；科学家针对敌情设计的药物能够做到知己知彼百战不殆，但道高一尺魔高一丈的狡猾细菌为了躲避药物追杀策动的反击又如此猖狂，让你既喜还



忧，惊心动魄；人类为了赢得这场战争的胜利，一直在与威胁人类生命健康、“刀枪不入”的超级细菌展开着殊死的攻坚战役，究竟鹿死谁手……亲爱的读者，你也许不曾知道，其实很多细菌是人类的诤友。没有细菌就没有生生不息的人类生命，就没有日新月异的社会进步，也没有五彩缤纷的大千世界。因此，本书还要讲述作为朋友的细菌如何造福人类。读者可以清晰地看到：与人体和平共处相得益彰的有益菌对于保障身体健康不可或缺，用于防病治病的微生物药物和微生态制剂，后化石时代的生物能源和生物冶炼，美味可口的发酵食品，现代农业中的生物防治、生物肥料和生物饲料，环境保护和环境修复中的生物降解和生物治理等无不都是细菌的“丰功伟绩”。

亲爱的读者，当你读完这本书，你会真正感知细菌的可亲可爱和可憎可恨，感知人类发现细菌、利用细菌、征服细菌的聪明才智和无比勇气，进而评判细菌与人类之间博弈的功过是非，并断言谁将是最后的胜者；同时，当你读完这本书，也必将更加理性和正确地面对当细菌侵袭机体时如何配合医生共同对付“敌人”，也希望你能把这些知识结合你的切身体会传递给家人和朋友，让我们多一份智慧。相信这是一本值得你一读并备



于案头的读物。

撰写这本科学小品，得益于许多人的支持，采纳了不少很好的建议。最早，上海交通大学和上海医药工业研究院微生物与生化药学专业2003级研究生为完善本书出谋划策，并协助查阅了部分文献，尝试撰写了部分内容；后来，上海交通大学钱秀萍老师的加盟使本书更趋系统性和条理性以及可读性；再后来具有良好生物学背景的业余画家薛原楷的加盟使许多呆板的文字变成栩栩如生的动人画面，以及华东师范大学的倪兵老师和上海来益生物药物研发中心的殷瑜老师帮助制作了很多电镜和光镜照片；同时，在本书中还引用了由本人和戈梅老师主编的《生物产业科普》中的一些图片，以及使用了一些好友提供的照片等，在此一并表示衷心的感谢。化学工业出版社的相关人员，凭借他们渊博的学识和丰富的出版经验，不断提出修改和完善的建议，并以他们的热情鼓励促进作者完成创作。

由于作者知识面有限，书中可能存在不妥甚至讹误，恳请读者不吝赐教。

编著者

2014年9月

第一章 揭秘细菌

001



细菌长什么样? / 003

球菌 / 003

杆菌 / 004

螺旋菌 / 005

细菌有多大 / 006

最大的细菌 / 007

最小的细菌 / 008

无处不在的“小精灵” / 009

人体细菌知多少 / 009

潜伏在水中的细菌 / 015

驻扎在土壤里的细菌 / 017

飘浮在空中的细菌 / 018

细菌有“五脏六腑”吗 / 020

犹如“胡须”的菌毛 / 020

犹如“辫子”的鞭毛 / 021

犹如“防弹衣”的荚膜 / 021

犹如“蛋黄”的遗传物质染色体DNA / 021

犹如“蛋壳”的细胞壁 / 021

犹如“糖衣”的细胞膜 / 024

多样的细胞质内含物 / 024

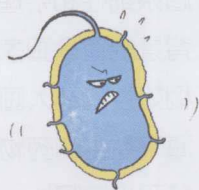
蛋白质合成场所——核糖体 / 024

“休眠体”芽孢 / 025

细菌是如何“生儿育女”的 / 025

菌落——肉眼看到的细菌大部队 / 026

人类是如何发现和认识细菌的 / 027





- 开山鼻祖——列文·虎克 / 028
微生物学的奠基人——巴斯德 / 030
细菌学的开拓者——科赫 / 036

第二章 是朋友，还是敌人？

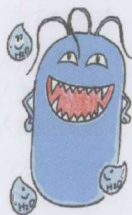
/ 040

细菌是人类可亲可爱的朋友 / 042

- 与人体友好相处 / 042
现代工业中屡建功勋 / 043
风味食品中作贡献 / 054
现代农业中发挥奇效 / 056
环境治理和保护中见实效 / 063
后石油时代的新能源 / 069
有待发现和发明的细菌朋友 / 075

细菌是人类可憎可恨的敌人 / 080

- 可怕的“白色粉末”——炭疽芽孢杆菌 / 081
19世纪的世界病——霍乱 / 084
黑色妖魔——鼠疫 / 085
白色瘟疫——结核分枝杆菌 / 087
麻风病是天谴？ / 089
“伤寒玛丽” / 092
逐渐被人淡忘的传染病——白喉 / 095
化脓性细菌 / 096
消化道致病菌 / 100
产毒素的专性厌氧芽孢杆菌 / 104
人畜共患的致病菌 / 107
隐藏在水管中的军团菌 / 110
新的敌人——大肠杆菌O157、O104:H4，“超级细菌”…… / 111



第三章 一场发生在人体内的无声大战 /116

细菌入侵人体的“路线” /117

- 从呼吸道入侵 /118
- 从消化道入侵 /118
- 从皮肤伤口入侵 /118
- 从泌尿生殖道入侵 /118
- 通过昆虫入侵 /118

细菌入侵人体的“战略战术” /119

- 依靠“胡须”菌毛入侵“阵地” /119
- 依靠“防弹衣”荚膜抵御“我军”的追杀 /120
- 释放“导弹”酶突破人体的“堡垒” /121

细菌使人生病的“致命武器” /122

- 外毒素 /123
- 内毒素 /125

奋然狙击“入侵者”的人体免疫系统 /127

- 抵御细菌入侵的“第一道防线” /129
- 抵御细菌入侵的“第二道防线” /132
- 抵御细菌入侵的“第三道防线” /136

免疫“战争”的结局 /139



第四章 一部艰苦卓绝的抗菌史 /143

“石器时代”的抗菌治疗 /144

- 为何古人对银和铜情有独钟? /144
- 为何端午节要挂艾草? /149
- 刮痧和针灸 /155

功不可没的免疫防治 /157

- 免疫预防的先驱——种痘 /158
- 毒力减弱的“敌人”是我们的朋友 /160



让“敌人”为我们做事 / 166

横空出世的磺胺 / 169

被迫放弃诺贝尔奖金的科学家 / 169

红色染料——“百浪多息” / 170

最高的奖赏——救了女儿 / 172

保持持久战斗力的“磺胺家族” / 173

所向披靡的青霉素 / 174

机遇眷顾有准备的人 / 174

外部环境是催生成功不可或缺的因素 / 182

所向披靡的青霉素 / 184

伟人也是凡人 / 185

意义非凡的链霉素 / 187

“神药的发现”与科学界的“恩怨” / 188

研究兴趣广泛的科学家 / 193

链霉素的应用 / 196

放线菌——产生抗生素的最为重要的资源 / 197

抗生素治疗的黄金时代 / 200

抗菌武器层出不穷 / 201

让武器的威力加倍 / 202

“凡药三分毒” / 205

第五章 一场旷日持久的拉锯战

/ 213

药物追杀细菌的“战略战术” / 214

知己知彼 百战不殆 / 214

攻克细菌的“城墙” / 217

扼住细菌的“咽喉要道” / 218

占领细菌的“司令部” / 219





- 破坏“密令”的抄录 / 221
- 伏击蛋白质“加工厂” / 222
- 拦截细菌的“粮草搬运工” / 225

细菌对药物的抵抗与反击——耐药性 / 226

- 耐药细菌的发生和发展 / 227
- 滥用抗生素是导致细菌耐药性的罪魁祸首 / 228
- “移花接木”催生“超级细菌” / 234
- 战略战术之一——改变构建细菌“城墙”的材料 / 238
- 战略战术之二——培养新的城墙“建筑师” / 239
- 战略战术之三——破坏子弹的杀伤力 / 240
- 战略战术之四——巧妙伪装进攻点，让火力难以到达 / 241
- 战略战术之五——加固要道防守，减少子弹进入 / 243
- 战略战术之六——制造外排泵，把进入细胞的子弹运出去 / 243
- 战略战术之七——群体聚集，制造刀枪不入的防弹外衣 / 244

第六章 鹿死谁手 战争还在继续 / 247

严密监测 实时掌握敌情 / 250

- 美国的行动计划 / 250
- 我国的“敌情”监测报告 / 250

合理使用兵力 遏制敌情扩散 / 254

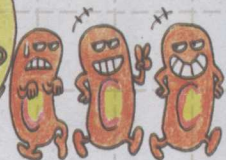
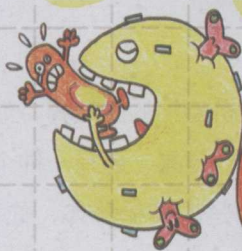
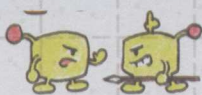
- 世界卫生组织的细菌耐药性全球战略 / 254
- 合理使用兵力 遏制敌情扩散 / 256
- 从食物链起点防范 减少抗菌药物在动物中的使用 / 258

克敌制胜 不断发明新的武器装备 / 260

- 策略1：扩大微生物资源 寻找新的抗生素 / 260
- 策略2：从植物中筛选新的抗生素 / 266
- 策略3：从动物中筛选新的抗生素 / 267
- 策略4：化学合成全新结构的抗菌药物 / 269
- 策略5：解除细菌攻击药物的武器装备 / 270
- 策略6：寻找多重杀菌机制和作用新靶位的抗菌药物 / 274
- 策略7：利用组学成果寻找新抗生素 / 275



与人类的永恒博弈



第一章

揭秘细菌



导读

或许，你对“细菌”这个名字不会陌生，但是你可知晓，那些眼睛看不见的细菌长什么样子，到底有多小，分布在哪里？你可了解，细菌的构造是怎样的，是如何繁殖后代的？你可知道，细菌是怎么被发现的，先驱们的哪些伟大贡献才使我们对细菌有了更好的了解？

在生机盎然的自然界，你观赏过神态各异的动物、绚烂多姿的植物，但是，还有一种个体非常微小，以至于肉眼看不见或看不清楚的神秘群体，你了解吗？那就是微生物。微生物一般指体形在0.1毫米以下的小生物。微生物种类繁多，人们经常听到、看到和接触到的微生物有病毒、霉菌、酵母和细菌等。这里主要给大家介绍微生物世界中的一员——细菌。

细菌是地球上最早的“居民”。35亿年前地球上就已经有了它们的踪迹，而人类的出现只有几百万年的历史。个体微小的细菌获得了高等生物无法具备的五大特征，即体积小面积大、吸收多转化快、生长旺繁殖快、适应强变异频、分布广种类多。细菌无处不在，人们只要用适当的方法就可以几乎从地球的任何一个角落找到这些微小的精灵。图1-1所示是用显

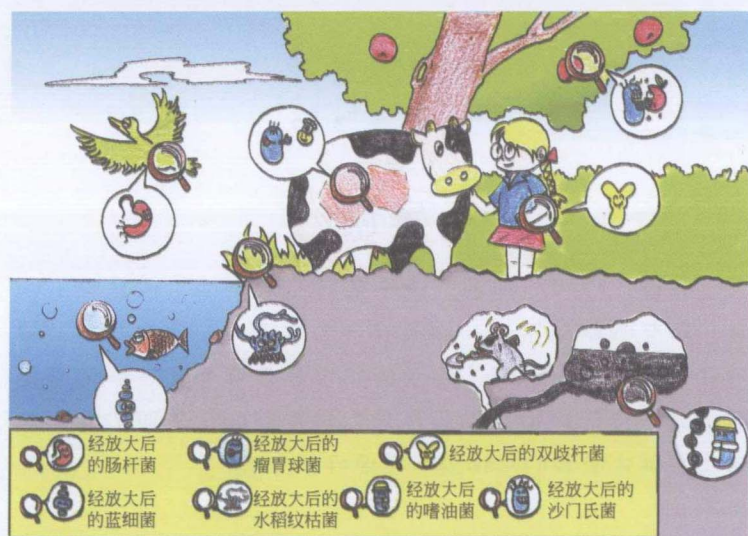


图1-1 无处不在的微小精灵

显微镜才能观察到的各种拟人化的，寄居于动物、植物、土壤、海洋和空气等处的细菌，如奶牛胃中的瘤胃球菌、小孩胃肠道中的双歧杆菌、海洋中的蓝细菌、飞禽肠道中的肠杆菌、患病水稻中的纹枯菌，以及能吃石油的嗜油菌等。

细菌长什么样？

细菌是单细胞生物，也就是说，一个细胞就是一个个体。

尽管我们用肉眼难以看清细菌长什么样子，但借助于显微镜，我们能够把细菌的模样看得一清二楚，可谓是婀娜多姿、形态迥异。但最为常见的有三种模样：球状、杆状和螺旋状，分别被称为球菌、杆菌和螺旋菌。

球菌

细菌细胞分裂后，新个体分散而单独存在，为单球菌，如藤黄微球菌。两个细胞成对排列，为双球菌，如肺炎双球菌。多个细胞排成链状，为链球菌，如乳链球菌。经两次分裂形成的4个细胞联在一起呈田字形，为四联球菌，如四联微球菌。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，为八叠球菌，如藤黄八叠球菌。细胞无定向分裂，形成的新个体排列成葡萄串状，为葡萄球菌，如金黄色葡萄球菌。图1-2(a)为金黄色葡萄球菌的电镜照片，图(b)和图(c)为电脑制作的肺炎双球菌和乳链球菌；图(d)为球菌的分裂过程和排列。



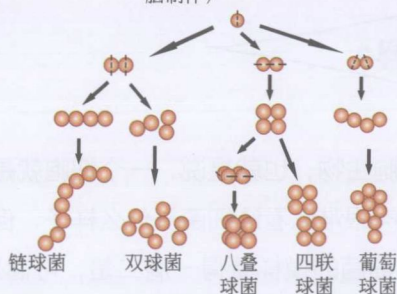
(a) 金黄色葡萄球菌 (电镜)



(b) 肺炎双球菌 (电脑制作)



(c) 乳链球菌 (电脑制作)



(d) 球菌的分裂和排列

图 1-2 球菌及其分裂和排列

杆菌

菌体两端形态各异，有的钝圆，有的平截，有的则略尖。各种杆菌的长度与直径比例差异很大，有的粗短矮胖，有的细长高个，有的在身体上还会长出被称为鞭毛和菌毛的“胡须”来。图 1-3 为大肠杆菌的电镜照片。

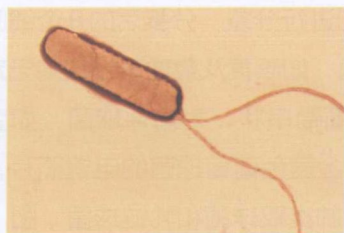


图 1-3 大肠杆菌 (左：扫描电镜，右：透射电镜)