

# 兽医微生物学 及免疫学

中国人民解放军兽医大学微生物学教研室  
王世若 主编

吉林科学技术出版社

# 兽医微生物学及免疫学

中国人民解放军兽医大学微生物学教研室

王世若 主编

**兽医微生物学及免疫学**

王世若 主编

责任编辑：卢光园

封面设计：杨玉中

出版  
发行 吉林科学技术出版社

787×1092毫米16开本 31.25印张

插页4

709 000字

1990年8月第1版 1990年8月第1次印刷

印数：1—5 000册 定价：11.60元

印刷 中国人民解放军  
兽医大学印刷厂

ISBN 7-5384-0586-0/S·117

## 前 言

本书包括微生物学总论、免疫学、原核细胞型微生物、真核细胞型微生物及非细胞型微生物等五篇，其内容除按我校并参照地方高等农业院校兽医专业教学的要求作了较为系统详细的阐述外，还将近些年来，研究进展较快的一些内容也适当作了介绍，所以本书具有内容丰富、重点突出、理论联系实际等特点，除可供作高等农业院校兽医专业的基本教材外，也可作为畜牧、兽医公共卫生、经济动物、医药卫生等专业的师生，以及从事医疗科研、临床实践和动物生产同志的重要参考书。

兽医微生物学及免疫学的发展十分迅速，研究成果年年大量涌现，文献浩瀚，尽管在编写过程中，总结吸收了我室多年来的教学经验，并参阅了国内外有关的文献资料，但由于知识更新周期快，加之时间仓促，编者水平有限，所以本书肯定会有不少的缺点和不妥之处，恳请同志们批评指正。

主 编

1989年12月10日

# 目 录

|     |   |
|-----|---|
| 绪 言 | 1 |
|-----|---|

## 第一篇 微生物学总论

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第一章 细菌的形态与结构                | 8  |
| 第一节 细菌的形态                   | 8  |
| 第二节 细菌的结构                   | 11 |
| 第三节 细胞壁缺陷细菌                 | 19 |
| 第二章 细菌的生理                   | 20 |
| 第一节 细菌的化学组成                 | 20 |
| 第二节 细菌的物理性状                 | 21 |
| 第三节 细菌的营养和代谢                | 23 |
| 第四节 细菌的生长和繁殖                | 31 |
| 第五节 细菌的培养特性                 | 33 |
| 第三章 细菌的分类和命名                | 36 |
| 第一节 细菌的分类法                  | 36 |
| 第二节 细菌的命名原则                 | 40 |
| 第三节 细菌“种”和“种”以下<br>各分类等级的含义 | 40 |
| 第四章 微生物的生态                  | 42 |
| 第一节 外界因素对微生物的<br>影响         | 42 |
| 第二节 微生物在自然界的分布              | 50 |
| 第五章 细菌的致病性                  | 54 |
| 第一节 构成病原菌的毒力要素              | 54 |
| 第二节 致动物传染的必要<br>条件          | 58 |
| 第三节 传染类型                    | 59 |
| 第六章 细菌的变异性                  | 61 |
| 第一节 细菌的变异现象                 | 61 |
| 第二节 细菌变异的机理                 | 64 |
| 第三节 细菌变异的实际应用               | 67 |

## 第二篇 免疫学

|          |    |
|----------|----|
| 第七章 免疫系统 | 70 |
|----------|----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一节 免疫器官              | 70  |
| 第二节 免疫细胞              | 74  |
| 第三节 免疫分子              | 81  |
| 第四节 免疫系统的生理特点         | 83  |
| 第八章 抗 原               | 85  |
| 第一节 构成抗原的基本条件         | 85  |
| 第二节 抗原分类              | 86  |
| 第三节 抗原的决定基和结合价        | 89  |
| 第四节 抗原的特异性和类属性        | 91  |
| 第五节 免疫佐剂              | 93  |
| 第九章 抗 体               | 95  |
| 第一节 免疫球蛋白的基本<br>结构    | 96  |
| 第二节 免疫球蛋白的血清型         | 99  |
| 第三节 免疫球蛋白多样性的<br>基因调控 | 103 |
| 第四节 各类免疫球蛋白的<br>特性    | 104 |
| 第五节 畜禽的免疫球蛋白          | 108 |
| 第六节 单克隆抗体             | 109 |
| 第七节 抗体的功能             | 113 |
| 第八节 抗体的分类             | 114 |
| 第十章 血清学反应             | 117 |
| 第一节 概 述               | 117 |
| 第二节 常用的血清学反应          | 119 |
| 第十一章 非特异性免疫应答         | 133 |
| 第一节 防御屏障              | 133 |
| 第二节 吞噬作用和炎症反应         | 134 |
| 第三节 补体系统              | 136 |
| 第四节 干扰素               | 141 |
| 第十二章 特异性免疫应答          | 144 |
| 第一节 特异性免疫应答的形成<br>过程  | 144 |
| 第二节 特异性细胞免疫应答         | 146 |

|      |                |     |
|------|----------------|-----|
| 第三节  | 特异性体液免疫应答      | 150 |
| 第四节  | 影响特异性免疫应答的因素   | 155 |
| 第五节  | 特异性免疫应答的调节     | 156 |
| 第十三章 | 变态反应           | 160 |
| 第一节  | 概述             | 160 |
| 第二节  | 第Ⅰ型—反应素型变态反应   | 161 |
| 第三节  | 第Ⅱ型—溶细胞型变态反应   | 164 |
| 第四节  | 第Ⅲ型—免疫复合物型变态反应 | 165 |
| 第五节  | 第Ⅳ型—细胞反应型变态反应  | 166 |
| 第六节  | 变态反应性疾病的防治原则   | 169 |
| 第十四章 | 临床免疫           | 170 |
| 第一节  | 传染免疫           | 170 |
| 第二节  | 寄生虫免疫          | 174 |
| 第三节  | 肿瘤免疫           | 177 |
| 第四节  | 免疫缺陷           | 180 |
| 第五节  | 自身免疫           | 181 |
| 第六节  | 免疫耐受           | 183 |
| 第七节  | 组织器官移植免疫       | 185 |
| 第八节  | 繁殖免疫           | 187 |
| 第十五章 | 免疫学的实际应用       | 192 |
| 第一节  | 免疫学诊断          | 192 |
| 第二节  | 免疫学防治          | 194 |

### 第三篇 原核细胞型微生物

|      |        |     |
|------|--------|-----|
| 第十六章 | 葡萄球菌属  | 202 |
| 第十七章 | 链球菌属   | 208 |
| 第一节  | 概述     | 208 |
| 第二节  | 马腺疫链球菌 | 212 |
| 第三节  | 化脓链球菌  | 215 |
| 第四节  | 肺炎链球菌  | 216 |
| 第五节  | 兽疫链球菌  | 218 |
| 第六节  | 无乳链球菌等 | 219 |

|       |         |     |
|-------|---------|-----|
| 第十八章  | 巴氏菌属    | 222 |
| 第一节   | 多杀性巴氏菌  | 222 |
| 第二节   | 溶血性巴氏菌  | 225 |
| 第十九章  | 波氏菌属    | 227 |
| 第二十章  | 摩拉氏菌属   | 229 |
| 第二十一章 | 丹毒丝菌属   | 231 |
| 第二十二章 | 李氏菌属    | 235 |
| 第二十三章 | 嗜血杆菌属   | 239 |
| 第二十四章 | 弗朗西斯氏菌属 | 243 |
| 第二十五章 | 气单胞菌属   | 247 |
| 第一节   | 概述      | 247 |
| 第二节   | 嗜水气单胞菌  | 247 |
| 第二十六章 | 布氏菌属    | 251 |
| 第二十七章 | 肠杆菌科    | 262 |
| 第一节   | 概述      | 262 |
| 第二节   | 艾希氏菌属   | 263 |
| 第三节   | 沙门氏菌属   | 268 |
| 第四节   | 变形菌属    | 279 |
| 第五节   | 耶氏菌属    | 280 |
| 第二十八章 | 军团菌属    | 286 |
| 第二十九章 | 假单胞菌属   | 289 |
| 第一节   | 铜绿色假单胞菌 | 289 |
| 第二节   | 鼻疽假单胞菌  | 291 |
| 第三节   | 类鼻疽假单胞菌 | 295 |
| 第三十章  | 棒状杆菌属   | 297 |
| 第一节   | 化脓棒状杆菌  | 297 |
| 第二节   | 伪结核棒状杆菌 | 298 |
| 第三节   | 马棒状杆菌   | 300 |
| 第三十一章 | 分枝杆菌属   | 302 |
| 第一节   | 概述      | 302 |
| 第二节   | 结核分枝杆菌  | 302 |
| 第三节   | 副结核分枝杆菌 | 307 |
| 第三十二章 | 弧菌属     | 309 |
| 第一节   | 概述      | 309 |
| 第二节   | 副溶血弧菌   | 309 |
| 第三十三章 | 弯杆菌属    | 313 |
| 第一节   | 概述      | 313 |
| 第二节   | 空肠弯杆菌   | 314 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| <b>第三十四章 无芽胞厌氧杆菌</b>  | 318 |
| 第一节 梭杆菌属              | 318 |
| 第二节 类杆菌属              | 320 |
| <b>第三十五章 毛状杆菌</b>     | 323 |
| <b>第三十六章 需氧性芽胞杆菌属</b> | 325 |
| 第一节 炭疽杆菌              | 325 |
| 第二节 蜡样杆菌              | 333 |
| 第三节 枯草杆菌              | 333 |
| <b>第三十七章 梭菌属</b>      | 335 |
| 第一节 腐败梭菌              | 336 |
| 第二节 魏氏梭菌              | 338 |
| 第三节 气肿疽梭菌             | 342 |
| 第四节 肉毒梭菌              | 344 |
| 第五节 破伤风梭菌             | 347 |
| <b>第三十八章 螺旋体</b>      | 351 |
| 第一节 概述                | 351 |
| 第二节 细螺旋体属             | 352 |
| 第三节 密螺旋体属             | 356 |
| <b>第三十九章 支原体</b>      | 359 |
| 第一节 概述                | 359 |
| 第二节 猪肺炎支原体            | 362 |
| 第三节 丝菌支原体             | 364 |
| <b>第四十章 立克次氏体</b>     | 367 |
| 第一节 概述                | 367 |
| 第二节 贝氏柯氏体             | 371 |
| <b>第四十一章 衣原体</b>      | 373 |
| <b>第四十二章 放线菌</b>      | 376 |
| 第一节 牛放线菌              | 376 |
| 第二节 伊氏放线菌             | 378 |

#### 第四篇 真核细胞型微生物

|                   |     |
|-------------------|-----|
| <b>第四十三章 真菌总论</b> | 380 |
| 第一节 概述            | 380 |
| 第二节 形态及结构         | 381 |
| 第三节 营养类型及培养特征     | 387 |
| 第四节 繁殖方式          | 388 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第五节 抵抗力            | 386 |
| 第六节 变异性            | 390 |
| 第七节 传染与免疫          | 390 |
| <b>第四十四章 病原性真菌</b> | 391 |
| 第一节 皮霉             | 391 |
| 第二节 流行性淋巴管炎<br>囊球菌 | 394 |
| 第三节 厌酷球孢子菌         | 396 |
| <b>第四十五章 中毒性真菌</b> | 398 |
| 第一节 曲霉属            | 398 |
| 第二节 镰刀菌属           | 401 |
| 第三节 青霉属            | 403 |

#### 第五篇 非细胞型微生物

|                    |     |
|--------------------|-----|
| <b>第四十六章 病毒学总论</b> | 404 |
| 第一节 病毒的基本性状        | 404 |
| 第二节 病毒感染与抗病毒免疫     | 423 |
| 第三节 病毒感染的检查方法及特异预防 | 429 |
| 第四节 噬菌体            | 432 |
| <b>第四十七章 病毒学各论</b> | 435 |
| 第一节 小核糖核酸病毒科       | 435 |
| 第二节 披膜病毒科          | 439 |
| 第三节 冠状病毒科          | 448 |
| 第四节 逆转录病毒科         | 451 |
| 第五节 弹状病毒科          | 455 |
| 第六节 正粘病毒科          | 458 |
| 第七节 副粘病毒科          | 461 |
| 第八节 呼肠孤病毒科         | 466 |
| 第九节 细小病毒科          | 471 |
| 第十节 腺病毒科           | 476 |
| 第十一节 虹彩病毒科         | 478 |
| 第十二节 疱疹病毒科         | 479 |
| 第十三节 痘病毒科          | 487 |
| <b>主要参考书</b>       | 490 |

# 绪 言

## 一、微生物与微生物学

微生物 (Microorganism) 是存在于自然界中的一群分布广泛、种类繁多, 必须用光镜或电镜放大几百倍、几千倍甚至几万倍才能看到的微小生物。微生物的个体虽小, 但具有一定的形态结构、生理功能及多种多样的代谢类型, 所以它能适应各种自然环境, 摄取营养, 排泄废物, 快速地生长繁殖, 广泛地分布于自然界。尽管微生物的种类繁多, 至少在10万种以上, 但按其细胞核的结构特点, 可将它分为三大类: ①非细胞型微生物, 其体积更微小, 只有一种核酸, RNA或DNA, 仅能在活细胞内生长繁殖, 如病毒。但美国植物病理学家 Diener 于1967~1971年研究马铃薯纺锤形块茎病时, 发现了一种比病毒还小的无蛋白质衣壳的裸体环状RNA, 有传染性, 将其称为类病毒 (Viroid), 确定它为该病的病原, 并预测该病原在动物中也可能存在; 不久, 美国动物病毒学家 Prusiner 于1982年研究羊瘙痒病时, 发现由朊病毒又称蛋白侵染子 (Prion) 所致, 它是不含核酸分子的特殊蛋白质, 但有传染性, 能增殖, 这一现象与举世公认的蛋白质生物合成必须遵循的“中心法则”背道而驰, 它预示着一个令人鼓舞的生物医学发展新时期的到来。②原核细胞型微生物, 缺乏完整的细胞器, 无核仁及核膜, 仅有由DNA长丝盘绕成团的无组蛋白的原始核, 这类微生物有细菌、放线菌、螺旋体、支原体、立克次氏体和衣原体等。③真核细胞型微生物, 胞浆内有完整的细胞器, 细胞核的分化程度较高, 有核膜、核仁和染色体, 如真菌等。

微生物在自然界分布极为广泛, 江海河湖、空气、土壤及矿层中都有数量不等的微生物存在, 尤以土壤中的微生物最多, 如1g肥沃的土壤中, 可有几亿甚至几十亿个, 在人类、动物、植物的体表, 以及人和动物与外界相通的腔道中, 也有多种多样的微生物寄生, 那么它对人类和动物有什么关系呢? 归纳起来不外两方面: 一是好的方面, 例如①积极参与自然界碳氮转化, 净化环境, 为社会创造财富, 如土壤中的微生物, 能将动植物蛋白质分解转化为无机含氮化合物, 以供植物生长需要, 而植物又为人类和动物所利用; 此外, 空气中的大量氮, 也只有靠固氮菌等作用后, 才能被植物利用, 由此可见, 没有微生物的作用, 自然界的动植物尸体将会遍野皆是, 植物就不能进行新陈代谢, 人和动物也无法生存。②在工业生产方面, 利用微生物的生命活动, 提供生物学动力, 如酿酒、沤麻、制面包、熟皮革、生产味精等, 由于运用了微生物学技术, 降低了生产成本, 提高了产品质量。③在农业生产方面, 已广泛应用微生物制造菌肥、植物生长刺激素等, 还利用微生物杀虫, 如苏云金杆菌能在一些害虫肠道内生长繁殖, 分泌毒素, 导致害虫死亡, 用以防治病虫害; 由此开辟的以菌造肥、菌催长、菌杀虫等农业增产的新途径, 为社会创造物质财富。④在医药生产方面, 现用几乎所有的抗生素都是用微生物的代谢产物提炼加工而成; 同时还可利用微生物制造维生素、辅酶和三磷酸腺苷等等。⑤在维护动物健康方面, 微生物也起着重要的作用, 如肠道内的微生物, 帮助牛、羊等草食动物发酵分解不能

直接利用的植物纤维素, 转化为可以吸收的葡萄糖及脂肪酸等简单物质。另外, 定居在肠道中的大肠杆菌等, 还能合成核黄素、硫胺素、烟酸、维生素 B<sub>12</sub>、维生素 K 和氨基酸等营养物质, 提供动物利用。二是坏的方面, 例如微生物中还有一小部分, 可以致人类、动物、植物病害, 如人的痢疾、伤寒、白喉等; 家畜家禽的炭疽、猪肺疫、牛白血病、鸡瘟和鸡痘等; 植物的大豆紫斑病、水稻白叶枯病、小麦赤霉病等; 这些对人类和动植物具有致病性的微生物统称为病原微生物。

微生物学(Microbiology)是生物学的一个分支学科, 它研究微生物的生物学特性、进化、遗传变异、致病性、分类, 以及与动物、植物和自然界相互关系等。随着对微生物学研究范围的日益深入和扩大, 微生物学本身又从不同角度逐渐形成了一些新的分支, 如从应用领域考虑, 分为工业微生物学、农业微生物学、海洋微生物学、水产微生物学、环境微生物学、宇宙微生物学、食品微生物学、医用微生物学、畜牧微生物学和兽医微生物学等。从研究对象考虑, 分为细菌学、放线菌学、真菌学和病毒学。从研究性质考虑, 分为微生物生理学、微生物生态学、微生物分类学、微生物遗传学、分子微生物学及普通微生物学等。微生物学工作者的任务, 是将对人类有益的微生物用于生产实践, 同时, 改造、控制和消灭对人类及动植物有害的病原微生物。

## 二、免疫与免疫学

免疫(Immunitas)在人类的历史上, 一直把它看作是防御传染、免除疾病之意, 对机体绝对有利, 在这一思想的指导下, 对人类、家畜和家禽传染病采取了有效的防治措施, 为控制和扑灭传染病做出了贡献。随着对“免疫”机理的认识的深入和发展, 发现组织移植排斥反应、肿瘤的发生和一些原因不明的疾病等也和免疫有关。由此可见, 免疫不但能保护机体, 防御疾病, 也能损害机体, 引起疾病, 对机体既有利也有害。所以现代认为: “免疫”是动物机体识别异己、自我识别和排除异己的一切反应, 其结果, 在正常情况下对机体有利, 在异常情况下, 造成有害的后果。

免疫学(Immunology)是研究机体对抗原物质发生免疫应答、产生的机理及应用的一门学科。具体讲: 它主要包括两方面的内容, 一是免疫防护作用, 即抗传染免疫, 消除病原微生物及其毒性产物的传染侵害; 二是免疫病理应答, 即变态反应性等, 引起的免疫性疾病及损害。随着免疫学的深入研究发展, 当今的免疫学又渗透到其他许多领域, 还先后建立了许多新的分支学科, 如免疫化学、分子免疫学、免疫生物学、免疫生理学、免疫病理学、免疫药理学、免疫毒理学、免疫遗传学、免疫血清学及临床免疫学(包括血液免疫、肿瘤免疫、繁殖免疫及移植免疫等)等, 为医学及兽医学的发展做出了重要的贡献。

## 三、兽医微生物学及免疫学

兽医微生物学及免疫学和医用微生物学及免疫学同属一个研究范畴, 只是侧重点有所不同, 兽医微生物学及免疫学是兽医专业的一门基础学科, 它主要研究与动物传染病有关的微生物的形态结构、生命活动、分类命名、生态、致病性、变异性、与机体相互作用的规

律，特别是机体识别异己、自我识别和排除异己，借以维持其内部相对稳定的机理等问题，从而建立起特异的诊断和防治法，达到控制和消灭家畜家禽及经济动物传染病、免疫病的目的，以保证动物的健康成长及畜牧业的发展。

根据兽医微生物学及免疫学的系统性和循序渐进的学习原则，本书内容分为五篇：第一篇微生物学总论，主要叙述细菌的形态结构、生理、分类命名、生态、致病性和变异性等。第二篇免疫学，阐述免疫系统、抗原、抗体、血清学反应、非特异性和特异免疫应答、免疫性疾病的理论、传染病的特异性诊断预防和治疗等。第三篇原核细胞型微生物，包括与动物传染病有关的细菌、放线菌、螺旋体、支原体、立克次氏体和衣原体的主要生物学特性、致病性、免疫性和微生物学检查法等。第四篇真核细胞型微生物，包括真菌总论，及与动物真菌病和真菌中毒病有关的真菌。第五篇非细胞型微生物，包括病毒学总论，及与动物传染病有关的主要病毒的特性。

学习兽医微生物学及免疫学的目的，在于了解病原微生物的生物学特性与致病性，识认机体免疫应答的规律，传染与免疫的相互关系，掌握传染病与免疫的防治原则，及能灵活运用兽医微生物学及免疫学的基础理论、基本知识和基本技能，为今后学习药理学、病理学、内科学、外科学、寄生虫病学、传染病学及饲养卫生等专业课程打好基础。

#### 四、微生物学及免疫学发展概况

我们的祖先虽然没有看到过微生物，更没有什么免疫学知识，但在许多生产实践和多种疾病的防治中，却早已大量的运用微生物知识和免疫现象于有关的实践活动之中，对人类发展生产，保护人类健康作出了贡献。如早在4000多年前，我国民间就已利用微生物的生命活动酿酒，夏禹时代就有仪狄作酒的记载，并在殷墟中发掘了酿酒的作坊遗址，及在出土的商代甲骨文和钟鼎文中，有和现代汉字形体相似的“酒”字，这些都说明了我国当时的酿酒业已经相当普遍了。3000年前，我国古代人还利用微生物的作用，制造豆酱和食醋，至汉初，即出现了大规模的制酱工业，酱已成为商品。2500年前，发现用霉豆饼敷于感染患部，可以治疗痈疮。2000年前“内经”中论述了“正邪相搏”的理论。在传染病流行方面，秦汉以后就发现气候不正常，与传染病的发生流行有关。东晋葛洪（265~314）的《肘后方》对天花、肺癆、恙虫病及马鼻疽病都作了记载。11世纪时，北宋末年刘真人认为结核病的病原体是癆虫。16世纪前，明代隆庆年间，发明了种人痘预防天花的方法，并将这一技术传至国外。在此时期，国外意大利诗人兼医师法卡斯托林（Fracastorius, 1483~1553）主张传染病的传播有直接、间接及通过空气等几种方式。明朝李时珍的《本草纲目》中，亦有对病人穿过的衣服煮沸后，再穿就不会发生传染病的记载。18世纪清朝乾隆年间，云南师道南在《鼠死行》词中，作了这样的记载，“东死鼠，西死鼠，人见死鼠如见虎，鼠死不几日，人死如圻堵。……”，生动地描述了当时鼠疫流行的可怕局面，及造成的凄惨景象，说明当时对鼠疫的传染性和流行规律，已有了较为深刻的认识，并正确的阐述了鼠疫与鼠的关系。我国古代医学也特别重视对人体正气的研究，提倡“扶正祛邪”，“以毒攻毒”等防治原则，收到了良好的效果。古代世界各地虽然也有类似的发现，但其发现时间，一般均较我国晚一些。但

在旧社会,由于没有进行科学研究的物质条件,以及陈旧的思想束缚,所以也就没能更早地发现微生物,探明引起传染病的真正原因,至于利用免疫机理,防制传染病,对于微生物及其作用的真正认识、免疫机理的探讨等,还只是在最近1~2个世纪的事情,特别是进入资本主义时代,海外贸易日益发展,才使得微生物学等学科飞速发展起来。

(一)微生物形态学时期 追溯历史,克西尔(Kircher,1602~1680)是第一个用放大镜看到细菌的人。随后荷兰商人吕文虎克(Anton Van Leenwenhoek,1632~1723)于1676年创制出第一架可以放大270倍的简陋显微镜,用它观察井水、污水、牙垢、粪便和各种浸出物等,看到呈球状、杆状及螺旋形的小生物,将其称为“活的小动物”,并于1695年发表了“吕文虎克所发现的自然界的秘密”一书,首次记载了他所观察到的细菌,从而推动了人们对微生物形态学的研究,但却长期停留在细菌形态学的描述上,至于对微生物的生活规律及其与人类生活等方面的知识,还是很肤浅的。

(二)微生物生理学时期 进入19世纪初叶,由于工业发展的需要,微生物学作为生产力发展的一个侧面,也迅速成长起来,这种发展集中的体现于法国科学家巴斯德(Louis Pasteur,1822~1895)所作的划时代贡献上,从而为微生物学走向生理学时期的研究奠定了科学基础。他通过实验,推翻了一时占统治地位的“自然发生论”,首次证明生物发酵是细菌的无氧呼吸,同时指出,发酵与腐败都是微生物作用的结果,这些成果应用到酿造工业,可以生产酒、醋酸、乳酸等,对酒消毒,可以防止变质。在巴斯德的启迪下,英国外科医师李斯特(Lord Joseph Lister,1827~1912)首次将巴斯德的防腐原理应用于外科,以石炭酸喷洒手术室和煮沸消毒手术用具等,创造了无菌外科手术,大大减少了手术感染率,在医疗实践中作出了重大贡献。德国医生柯霍(Robert Koch,1843~1910)发明了马铃薯、凝固血清、明胶等固体培养基,使人们可能从被检标本中获得细菌的纯培养物,对细菌的鉴定创造了条件;后又创用苯胺染料染色法和实验动物感染法,为传染病病原体的发现提供了手段;他还发现了炭疽杆菌(1877)、结核杆菌(1882)及霍乱弧菌(1883)等,并率领了一批来自世界各地的细菌学家,相继发现了鼻疽杆菌、红斑丹毒丝菌、巴氏杆菌、鼠疫杆菌及牛肺疫病原体等。另外,他于1884年还提出了举世闻名的断菌三原则:①在特殊疾病中,只能有规律地发现同一种病原菌,并获得该菌的纯培养物;②该培养物接种到易感动物,能引起相同的疾病;③能从感染的实验动物再次获得该病原菌的纯培养物,并能传代。此原则虽有一定的局限性,但长期以来,却被认为是确定为传染病病原的主要原则。俄国科学家伊万诺夫斯基(Д. И. Ивановский, 1864~1920)于1892年首先发现病毒是烟草花叶病的病原体,这种病原体在普通显微镜下看不见,但能通过除菌滤器,且在人工培养基上不能生长,从而创立了传染病的病毒学说。随着电子显微镜及其他新技术的应用,斯坦来(Wendell Stanley)于1935年首次获得了烟草花叶病病毒的结晶,随后鲍登(Bawden)证明:该结晶为核蛋白,具有繁殖力、传染性与遗传变异性,以后陶尔特(Twort)等又发现了噬菌体(Phage),由于病毒知识的不断积累,目前已发展成一门独立的学科——病毒学。

(三)免疫学的萌芽时期 我国古代人民早已认识天花是一种烈性传染病,并知道患过天花的康复者去护理病人,就不再得天花,在这一现象的启发下,于明朝隆庆年间(1567~1572)即知用天花患者身上的痘痂接种在儿童的鼻孔中,能预防天花的发生,

并将这一经验传给了日本、朝鲜、土耳其和俄国等国家,这是免疫学知识应用最早的范例,也是我国劳动人民对预防医学做出的一大贡献。后来,英国医生琴纳(Edward Jenner, 1749~1823)在1789年进一步发现了用牛痘苗给人接种,出色的解决了人天花的预防问题。以后,巴斯德更进一步将传染病的病原学说和古老的免疫知识结合起来,在实践工作中创造了预防鸡霍乱、猪丹毒、炭疽和狂犬病的疫苗,通过广泛的使用结果证明,巴斯德研制的疫苗是有很大大价值的。

由于预防接种产生了实效,又因为在实践中人们发现有些传染病如天花患者康复后,可以产生强大的抵抗力,故曾称为“百岁疮”,意思是患过一次天花后,可以太平终身,寿至百岁,这就使人们得到了机体发生传染病痊愈后,能产生抵抗再次传染的看法,从而为免疫概念的建立奠定了基础。德国化学家欧立希(Paul Ehrlich, 1854~1915)等发现,机体受病原微生物或其毒素刺激后,能产生与免疫有关的抗毒素物质,并认为是机体抵抗传染病的重要因素,使体液免疫的机制得到了阐述。另外,他还于1910年发现了神凡纳明(606)和新神凡纳明(914)治疗梅毒,以后英国细菌学家弗来明(Alexander Fleming, 1881~1955)于1929年发现了青霉素,从此开创了化疗对传染病治疗的新时期。俄国动物学家梅契尼科夫(И.И. Мечников, 1845~1916)于19世纪末提出了细胞免疫的机理,他发现体内的白细胞及肝、脾等网状内皮细胞具有吞噬消化侵入细菌的能力,并认为是机体抵抗传染病的主要因素。以上两派学说,虽然长期存在着无休止的争论,但却促进了一门新学科—免疫学(Immunology)的诞生,给传染病的特异防治增添了新理论和许多有意义的新方法。现在看来,体液免疫和细胞免疫在机体免疫上均有重要意义,但二者都不能单独代表机体的防御机能,整个机体的免疫性是在中枢神经—体液统一调节下,发动机体内一系列的体液免疫和细胞免疫因素共同完成免疫作用的。

(四)近代微生物学和免疫学的发展 近些年来,随着物理学和化学等学科的突飞猛进,以及组织培养、同位素、电子显微镜、电子计算机及质谱仪、色谱仪、光谱仪等新技术的涌现,使得微生物学与免疫学的发展更为迅速。电子显微镜和超薄切片技术的应用,使细菌与病毒的形态结构研究提高到超微水平;组织培养技术的应用给病毒的分离提供了重要手段;同位素技术及电子计算机等的应用,明显的提高了微生物检验的速度和准确性。

随着分子生物学的发展,微生物学的研究也向着分子水平迈进,由于微生物结构简单,繁殖快速,容易培养,为分子遗传学研究提供了重要载体,如现已成功的将遗传基因转移到大肠杆菌、枯草杆菌或酵母等微生物体内,这种基因能随细菌的分裂而传代,由此可以创造出具有新性状的微生物品种,目前已完成的大肠杆菌K88基因工程苗、流感病毒基因工程苗、口蹄疫病毒基因工程苗等,就是这一技术在遗传学和微生物学领域应用成果的突出代表。在微生物分类方面,应用分子遗传学技术,对DNA中的G+C克分子百分比进行分析,和DNA—DNA、DNA—RNA体外杂合试验,深入研究了微生物间和种间的亲缘关系,为微生物鉴定提供了新的指标。

近20年来,免疫学的研究内容已远远超出了抗传染免疫的范畴,发现机体具有一个完善的精密的免疫系统,加深了对免疫防御、免疫稳定和免疫监督等的认识水平,大大地丰富和扩大了免疫学的理论和应用,因此于1971年在美国华盛顿召开的第一届国际免

免疫学会议上,一致建议将免疫学从微生物学中分出,自成体系,单独建立免疫学,使传统的免疫学内容从狭窄的抗传染免疫中解脱出来,进而研究机体对“自己”与“非己”的识别,和对“非己”物质的排除,以维持机体生理功能的相对稳定。进入80年代,随着免疫学基础理论和技术的深入发展,其内容已渗透到化学、生物学、生理学、药理学及遗传学等许多学科中,免疫学因而又分出了许多分支学科,使得免疫学的内容更充实,发展的更快速,并取得到了突破性的进展,如现今已了解到机体有一个完善的免疫系统,执行免疫功能的T、B淋巴细胞,还可再分为若干个亚群,它们之间起着协同、制约的功能。免疫球蛋白的分子结构和功能已基本阐明。补体系统各部分的纯化及少数成分的氨基酸序列已分析完成。遗传基因对体内免疫应答的调控已有一定的了解。由免疫淋巴细胞提取的转移因子与iRNA对病毒病及肿瘤的治疗已初见成效。裸鼠(Nude mice)、无菌动物(Germ free animal, GF动物)、无特定病原菌动物(Special pathogen free animal, SPF动物)和其它悉生动物(Gnotobiotic animal, GN动物。又称已知菌动物)的培育成功,为免疫学理论等的研究,提供了遗传背景清楚的标准活试剂。但在免疫学领域中还有许多重要问题尚未搞清,如淋巴细胞的遗传基础,各种免疫细胞膜的结构与功能,淋巴因子产生的部位、化学性质、生物功能,特别是白细胞介素的作用,神经内分泌系统对免疫应答的调节,免疫功能的重建等。此外,对某些传染病、恶性肿瘤和免疫性疾病,目前还缺乏简易、快速、准确的实验室诊断法及有效的防制措施,这些都有待于进行深入的研究,逐步加以解决。

解放后,我国微生物学与免疫学工作者,在党中央和人民政府的正确领导下,以辩证唯物主义思想为指导,运用现代科学理论和技术,结合我国的具体情况,使得微生物学与免疫学的研究有了长足的发展,并为祖国的四化建设做出了贡献。建国初期,首先成功地分离培养了沙眼衣原体,随后发现了亚洲甲型流感病毒,研制成功了扩大40~80万倍的电子显微镜,于本世纪60年代中期,分离培养成功了马传染性贫血病毒,并驯化培育成功了驴白细胞弱毒株,为该病的特异诊断和疫苗研制奠定了基础。还成功地生产了数十种新生物制品,使得目前用于畜禽传染病防治的生物制品多达百种以上,如兔化牛瘟疫苗、兔化猪瘟弱毒细胞冻干苗、鸡胚化羊痘疫苗、兔化牛肺疫疫苗、大肠杆菌K88基因工程苗、布氏羊型五号(M5-90)和布氏猪型二号(S2)弱毒菌苗等均为我国首创,为进一步控制和消灭畜禽的这些传染病,提供了有利条件,使得在旧中国蔓延成灾的牛瘟,于1955年就消灭了,以后又不同程度地控制了绵羊痘、牛肺疫等传染病的流行,显著减少了布氏菌病的流行,炭疽和气肿疽等传染病的发生。

近几年来,我国免疫学工作者紧跟时代的步伐,在免疫学理论和应用等方面,进行了大量的研究和普及工作,如在中医药与免疫方面,本着古为今用、洋为我用的原则,积极地发掘、整理、研究祖国的医药学,为免疫学增添了许多有价值的新内容,在理论方面,阴阳学说是中医学的精华,它认为自然界的一切事务都存在着阴阳两个方面,机体的一切活动都与阴阳密切相关,二者相互制约,相互依存,在一定条件下,可以相互转化,两者处于相互消长的运动变化之中,因此,用“阴阳消长”的概念,深入地阐述了机体的正常生理活动和免疫功能,以及某些免疫性疾病的发生及转归。在中药对免疫功能的研究方面,发现有些滋补作用的中药具有免疫增强作用,如黄芪既能促进淋巴细胞

转化，又能增强单核—巨噬细胞系统的吞噬功能；还有些中药具有免疫抑制作用，如丹参、赤芍、郁金等可以抑制细胞免疫应答，雷公藤能明显阻止 T 细胞转化和 E—玫瑰花环的形成。在针刺方面，发现针刺具有迅速提高机体免疫的功能，且有抗炎作用，活跃网状内皮，加强补体量，增强白细胞的吞噬力及 T 细胞的作用等。在一些新尖技术方面，如放射免疫、免疫荧光、免疫酶技术、免疫电镜、单克隆抗体、等电聚焦、转移电泳、琼脂扩散试验、间接凝集反应、酯酶染色法、玫瑰花环试验、淋巴细胞转化试验、巨噬细胞移行抑制试验等经过反复实践、探索，专业会议研究，已逐渐建立并完善起来，对于免疫理论的研究和医疗实践等方面做出了重要贡献。在医疗方面，已研制成功了胸腺肽、干扰素、转移因子、iRNA、白细胞介素和单克隆抗体等许多新的生物制剂，且已商品化，并投放到市场，给传染病、自身免疫病、肿瘤及遗传病等的防治开辟了新的途径。

战争狂人仍在利用各种烈性微生物及其毒素研制生物武器，我们必须高度警惕，以微生物学及免疫学的理论知识和技术武装自己，以便随时粉碎敌人发动生物战的阴谋。

(王世若)

# 第一篇 微生物学总论

## 第一章 细菌的形态与结构

细菌 (Bacterium) 是一种具有细胞壁的单细胞生物, 属于原生生物界原核细胞 (Prokaryotic cell) 型微生物。各种细菌在一定环境条件下, 具有相对恒定的形态与结构。了解细菌的形态结构特点, 除有助于鉴定细菌外, 对于研究细菌的生理功能、致病性和免疫等方面, 均有一定意义。

### 第一节 细菌的形态

#### 一、细菌的大小

细菌个体微小, 直接用肉眼是观察不到的, 要在光学显微镜下才能看得见。测量细菌大小, 通常以微米 (Micrometer,  $\mu\text{m}$ ; 已往用  $\mu$  表示) 为单位。一微米等于千分之一毫米 (mm)。不同种类的细菌, 大小很不一致; 同一种细菌在其生长繁殖的不同阶段, 也可呈现不同的大小。

球菌的平均直径在  $0.8\sim 1.2\mu\text{m}$  左右; 杆菌长  $1\sim 10\mu\text{m}$ , 宽  $0.2\sim 1.0\mu\text{m}$ ; 弧菌长  $1\sim 5\mu\text{m}$ , 宽  $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ ; 螺菌长  $1\sim 50\mu\text{m}$ , 宽  $0.3\sim 1.0\mu\text{m}$ 。球菌相当于马红细胞的  $1/10\sim 1/5$ 。

细菌的大小, 是以生长在适宜的温度和培养基中的壮龄培养物为标准。但同一菌落中的细菌, 其个体大小也不完全相同, 在一定范围内, 各种细菌的大小, 是相对稳定而具明显特征性的。因而, 可以作为鉴定细菌种类的一个依据。

#### 二、细菌的基本形态和排列

根据细菌外形的不同, 可将细菌的形态分为三种主要类型, 即球状、杆状和螺旋状; 并据此把细菌分为球菌、杆菌和螺形菌三大类。

(一) 球菌 (Coccus) 单个菌体呈圆球形, 也有呈椭圆形或半月状的, 直径约  $1\mu\text{m}$ 。按其分裂的方向和分裂后的排列状况不同, 可将球菌分为双球菌、链球菌、葡萄球菌、四联球菌和八叠球菌等 (图 1-1)。

1. 双球菌 (Diplococcus) 在一个平面上分裂, 分裂后两个菌体成对排列, 其

单个形态有的呈半月状（如淋球菌），有的呈肾形（如脑膜炎双球菌），也有的呈矛头状（如肺炎双球菌）。

2. 链球菌（Streptococcus） 在一个平面上连续不断地分裂，分裂后几个、几十个甚至上百个球菌连接，呈链条状排列，如马腺疫链球菌。

3. 葡萄球菌（Staphylococcus） 在多个不同的平面上作不规则的分裂，分裂后菌体堆积在一起，呈葡萄串状，如金黄色葡萄球菌。

4. 四联球菌（Tetrads） 在两个互相垂直的平面上分裂，分裂后四个球菌联在一起，排成“田”字形。

5. 八叠球菌（Sarcina） 在上下、前后和左右三个互相垂直的平面上分裂，分裂后八个球菌立体地重叠在一起。

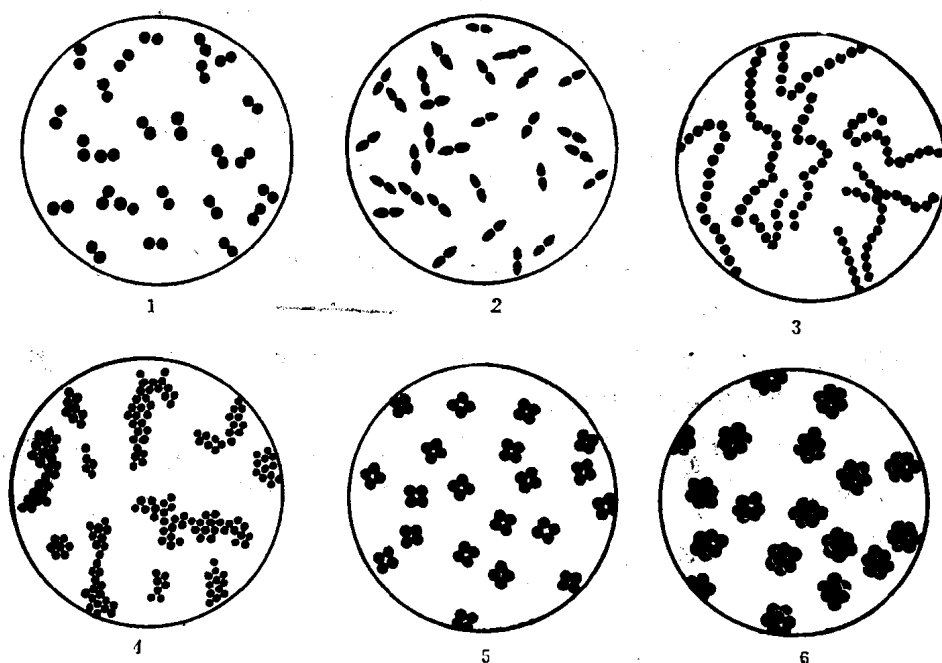


图1—1 各种球菌的形态和排列

1. 2. 双球菌 3. 链球菌 4. 葡萄球菌 5. 四联球菌 6. 八叠球菌

（二）杆菌（Bacillus） 杆菌一般呈正圆柱形，也有近似卵圆形的，菌体多数平直，亦有稍为弯曲的；有的菌体短粗，两端钝圆，形状近似球菌，称为球杆菌；有的菌体分裂后仍连在一起，呈链状，称为链杆菌；有的菌体一端或两端膨大，称为棒状杆菌；有的菌体形成侧枝或分枝，称为分枝杆菌。

各种杆菌的长短、粗细很不一致，大杆菌如炭疽杆菌长约  $3 \sim 10 \mu\text{m}$ ，中等大的杆菌如大肠杆菌长约  $2 \sim 3 \mu\text{m}$ ，小杆菌如布氏杆菌长约  $0.6 \sim 1.5 \mu\text{m}$ （图 1-2）。

杆菌的排列方式依其种类而不同。有的散在，如布氏菌；有的成双，如肺炎杆菌；也有的呈链条状排列，如炭疽杆菌；个别呈栅栏状、V、Y、L 字样等特殊的排列。

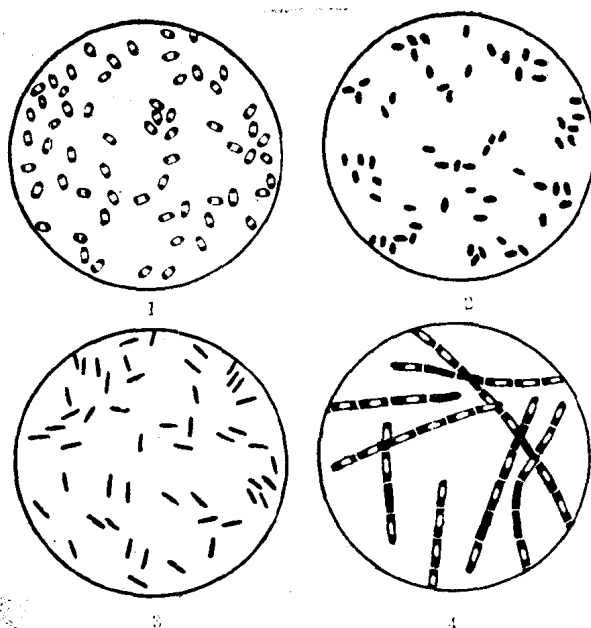


图1—2 各种杆菌的形态和排列

1. 巴氏菌 2. 布氏菌 3. 大肠杆菌 4. 炭疽杆菌

(三) 螺形菌 (Spirillar bacterium) 菌体弯曲或呈螺旋状 (图 1-3)。根据形成的螺旋数又分为弧菌和螺菌两类：

1. 弧菌 (Vibrio) 菌体只有一个弯曲，呈弧状或逗点状，如霍乱弧菌等。

2. 螺菌 (Spirillum) 菌体有两个以上弯曲，捻转呈螺旋状，较为坚硬，如鼠咬热螺菌等。

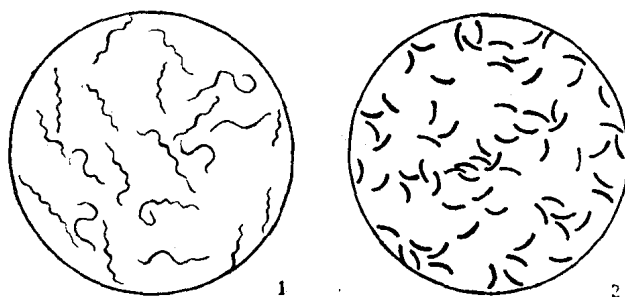


图1—3 螺形菌的形态和排列

1. 螺菌 2. 弧菌

细菌在适宜环境下呈现较典型的形态。但当环境条件改变，如改变培养的条件，或使之受化学药品的作用等，均可引起不规则的形态出现，甚至出现多形性与细胞壁缺陷的细菌。