

# 病原生物与免疫学基础

陈华民 陈启键 主编



第四军医大学出版社

海南版中等卫生职业教育护理专业创新示范教材

供护理、助产、中医护理等专业用

# 病原生物与免疫学基础

主 编 陈华民 陶启健

副主编 林绍松 蔡正川 王建树 刘海雁

编 者 (按姓氏笔画排序)

王建树 (海南省卫生学校)

刘海雁 (海南省卫生学校)

苏定志 (海南省卫生学校)

杜彬彬 (海南省卫生学校)

李震魁 (海南省农垦卫生学校)

杨善林 (海南省农垦卫生学校)

张巧燕 (海南省卫生学校)

张成品 (海南省第二卫生学校)

陈华民 (海南省卫生学校)

林小瑜 (海口市中医药学校)

林绍松 (海南省第二卫生学校)

周 苗 (海南省第三卫生学校)

陶启健 (海南省农垦卫生学校)

黄 达 (海口市中医药学校)

符致伟 (海南省农垦卫生学校)

程文清 (海南省第三卫生学校)

蔡正川 (海南省第三卫生学校)

第四军医大学出版社·西安

## 图书在版编目 (CIP) 数据

---

病原生物与免疫学基础/陈华民, 陶启健主编. —西安: 第四军医大学出版社, 2015. 8  
海南版中等卫生职业教育护理专业创新示范教材

ISBN 978 - 7 - 5662 - 0791 - 3

I. ①病… II. ①陈…②陶… III. ①病原微生物 - 中等专业学校 - 教材②医学 - 免疫学 - 中等专业学校 - 教材 IV. ①R37②R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 171716 号

---

bingyuan shengwu yu mianyixue jichu

## 病原生物与免疫学基础

出版人: 富 明 责任编辑: 王 雯 黄 璐

---

出版发行: 第四军医大学出版社

地址: 西安市长乐西路 17 号 邮编: 710032

电话: 029 - 84776765 传真: 029 - 84776764

网址: <http://press.fmmu.edu.cn>

---

制版: 绝色设计

印刷: 陕西天意印务有限责任公司

版次: 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 15.25 字数: 340 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 5662 - 0791 - 3/R · 1596

定价: 32.00 元

---

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

# 海南版中等卫生职业教育护理专业 创新示范教材编审委员会

(按姓氏笔画排序)

- 王建树 (海南省卫生学校)
- 朱 洪 (海南省卫生学校)
- 江卫国 (海南省农垦卫生学校)
- 何 健 (儋州市中等卫生职业技术学校)
- 张学夫 (儋州市中等卫生职业技术学校)
- 陈 军 (海南省卫生学校)
- 陈锦尧 (海南省第三卫生学校)
- 陈德毅 (海南省第三卫生学校)
- 林宏军 (海南省第二卫生学校)
- 周经钲 (海口市中医药学校)
- 段 洁 (海南省第二卫生学校)
- 党鸿毅 (海南省农垦卫生学校)
- 徐玉兰 (海南省农垦卫生学校)
- 徐家正 (海口市中医药学校)
- 黄国斌 (儋州市中等卫生职业技术学校)
- 符致明 (海南省第三卫生学校)
- 韩宙欣 (海南省第二卫生学校)

# 前 言

2015年1月,第四军医大学出版社在海口召开了海南版中职护理专业创新示范教材编写会,会上确认了打造“理论-实践-测试”三位一体的海南版中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养的教材体系,提出了要“体现职业教育特点,与岗位需求紧密结合”,“紧扣国家护士执业资格考试最新大纲”及“紧密对接临床,体现地域特色,加入地方病、常见病”的要求。本版《病原生物与免疫学基础》教材就是根据这次会议的精神组织编写的。

本教材的使用对象为中职护理、助产等专业的学生,也可作为其他专业的参考用书。教材的计划教学学时是54学时,其中理论44学时,实践10学时。全书内容由医学微生物学、免疫学、人体寄生虫学3部分组成,包括10个章节及实训指导,书末附2套模拟测试卷。每章内容按照“学习目标”“教学内容”“考点链接”“综合测试”等顺序编排,教学内容中还插入“课堂互动”等链接,增加课堂“师生互动”和“生生互动”,以活跃的课堂氛围,帮助学生开拓视野、激活思维,唤起学生的学习兴趣,增强学生的应试意识和对国家护士执业资格考试的关注。

教材的编写得到海南省卫生学校、海南省第二卫生学校、海南省第三卫生学校、海南省农垦卫生学校、海口市中医药学校等学校领导及多位从事相关专业教学的老师的大力支持,在此一并感谢!

本教材的参编人员均为有多年专业教学经验的一线老师,编写力求严谨求实,强调概念准确、深入浅出、图文并茂、简明易懂,期望能为老师和同学们提供一本新颖、实用的教材。由于时间仓促,加之水平有限,书中难免有不当及错误之处,敬请广大师生和同仁提出批评和改进意见。

陈华民

2015年5月

# 目 录

|     |              |         |
|-----|--------------|---------|
| 第一章 | 微生物概述        | ( 1 )   |
| 第二章 | 细菌概述         | ( 4 )   |
| 第一节 | 细菌的形态与结构     | ( 4 )   |
| 第二节 | 细菌的生长繁殖与变异   | ( 10 )  |
| 第三节 | 细菌与外界环境      | ( 15 )  |
| 第四节 | 细菌的致病性与感染    | ( 23 )  |
| 第三章 | 免疫学基础        | ( 32 )  |
| 第一节 | 免疫学概述        | ( 32 )  |
| 第二节 | 免疫系统         | ( 33 )  |
| 第三节 | 抗原           | ( 37 )  |
| 第四节 | 免疫球蛋白        | ( 42 )  |
| 第五节 | 免疫应答         | ( 48 )  |
| 第六节 | 抗感染免疫        | ( 53 )  |
| 第四章 | 临床免疫         | ( 65 )  |
| 第一节 | 超敏反应         | ( 65 )  |
| 第二节 | 免疫学检测        | ( 72 )  |
| 第三节 | 免疫学防治        | ( 74 )  |
| 第五章 | 常见病原菌        | ( 80 )  |
| 第一节 | 化脓性球菌        | ( 80 )  |
| 第二节 | 肠道杆菌         | ( 90 )  |
| 第三节 | 弧菌属          | ( 96 )  |
| 第四节 | 厌氧性细菌        | ( 98 )  |
| 第五节 | 分枝杆菌属        | ( 101 ) |
| 第六节 | 白喉棒状杆菌       | ( 105 ) |
| 第七节 | 其他致病菌        | ( 107 ) |
| 第六章 | 病毒概述         | ( 111 ) |
| 第一节 | 病毒的基本性状      | ( 111 ) |
| 第二节 | 病毒的致病性与免疫性   | ( 116 ) |
| 第三节 | 病毒感染的检查和防治原则 | ( 120 ) |
| 第七章 | 常见病毒         | ( 125 ) |
| 第一节 | 呼吸道病毒        | ( 125 ) |



|          |              |         |
|----------|--------------|---------|
| 第二节      | 肠道病毒         | ( 131 ) |
| 第三节      | 肝炎病毒         | ( 134 ) |
| 第四节      | 人类免疫缺陷病毒     | ( 138 ) |
| 第五节      | 狂犬病病毒        | ( 141 ) |
| 第六节      | 虫媒病毒         | ( 142 ) |
| 第七节      | 疱疹病毒         | ( 143 ) |
| 第八节      | 出血热病毒        | ( 145 ) |
| 第八章      | 其他微生物        | ( 149 ) |
| 第一节      | 支原体          | ( 149 ) |
| 第二节      | 衣原体          | ( 150 ) |
| 第三节      | 立克次体         | ( 151 ) |
| 第四节      | 螺旋体          | ( 152 ) |
| 第五节      | 放线菌          | ( 154 ) |
| 第六节      | 真菌           | ( 155 ) |
| 第九章      | 人体寄生虫概述      | ( 160 ) |
| 第一节      | 寄生现象与生活史     | ( 160 ) |
| 第二节      | 寄生虫与宿主的相互关系  | ( 161 ) |
| 第三节      | 寄生虫病的流行与防治原则 | ( 162 ) |
| 第十章      | 常见人体寄生虫      | ( 164 ) |
| 第一节      | 线虫纲          | ( 164 ) |
| 第二节      | 吸虫纲          | ( 174 ) |
| 第三节      | 绦虫纲          | ( 181 ) |
| 第四节      | 医学原虫         | ( 186 ) |
| 第五节      | 医学节肢动物       | ( 195 ) |
| 实训指导     |              | ( 200 ) |
| 实训的目的与要求 |              | ( 200 ) |
| 实训室规则    |              | ( 200 ) |
| 实训一      | 细菌形态与结构观察    | ( 201 ) |
| 实训二      | 细菌的人工培养      | ( 203 ) |
| 实训三      | 细菌的分布与消毒灭菌   | ( 208 ) |
| 实训四      | 免疫学实训        | ( 211 ) |
| 实训五      | 常见人体寄生虫实训    | ( 213 ) |
| 模拟测试卷    |              | ( 216 ) |
| 参考答案     |              | ( 233 ) |
| 参考文献     |              | ( 235 ) |

# 第一章 微生物概述

## 学习目标

- 1. 理解微生物的概念与种类。
- 2. 领会微生物与人类的关系。
- 3. 知道医学微生物学的概念及学习目的。

在自然界，无论是土壤、水还是空气，包括在人和动植物身上，都生活着一大群我们肉眼看不见的微小生物。它们无处不在、无时不有，与人类和动植物的生命息息相关。

### 一、微生物的概念及种类

微生物是一群结构简单、肉眼直接看不见，必须借助光学显微镜或电子显微镜放大几百倍、几千倍甚至数万倍才能看得到的微小生物。它们具有个体微小、结构简单、繁殖迅速、分布广泛、种类繁多、容易变异等特点。

微生物的种类繁多，根据分化程度、结构、化学组成等的差异，可分为三大类：

1. 非细胞型微生物 是最小的一类微生物，能通过滤菌器。它们没有完整的细胞结构，含有单一核酸（DNA 或 RNA），缺乏产生能量的酶系统，只能在活的细胞内增殖，如病毒（图 1-1）。

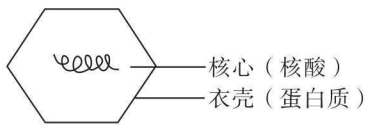


图 1-1 非细胞型微生物结构示意图

2. 原核细胞型微生物 细胞分化程度低，仅有原始核，无核膜、无核仁，缺乏完整的细胞器，仅有核糖体，DNA 和 RNA 同时存在，如细菌、支原体、衣原体、立克次体、螺旋体和放线菌（图 1-2）。

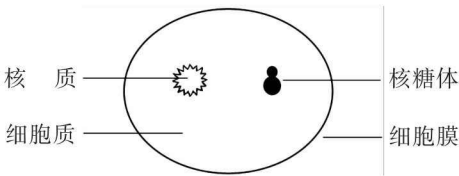


图 1-2 原核细胞型微生物结构示意图

3. 真核细胞型微生物 细胞分化程度较





高，细胞核具有核膜、核仁和染色体，胞质内有完整的细胞器，如真菌（图 1-3）。

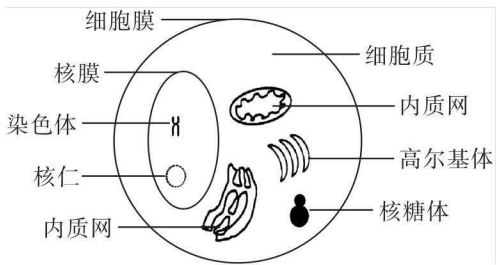


图 1-3 真核细胞型微生物结构示意图

## 二、微生物与人类的关系

微生物在自然界的分布极为广泛，几乎无处不在，江河、湖海、土壤、空气等中都有。在人和动植物体表及其与外界相通的腔道中也存在着大量的微生物。微生物与人类及自然界的密切关系，绝大多数微生物对人类及动植物有益。在自然界中物质的循环离不开微生物，土壤中的微生物能将死亡动植物的有机物转变为无机物，如固氮菌能固定空气中的氮气，为植物生长提供养料，而植物正是人类和动物的营养来源。因此，如果没有微生物的存在，植物将不能生长，人类和动物也将难以生存。在农业方面，利用微生物来制造菌肥、植物生长激素、生物杀虫剂，生产沼气等。在工业方面，微生物已广泛应用于食品、酿造、皮革、石油、化工、冶金等行业。在环境保护方面，利用微生物能降解有机磷、氰化物、汞等有害物质的特性，来处理工业废水。在医药工业方面，通过微生物发酵途径生产抗生素、维生素、有机酸、氨基酸、多元醇、多肽等。在基因工程方面，利用微生物作为基因载体生产胰岛素、干扰素等多种生物制品。除此之外，在自然界中也有一部分微生物能引起人类或动、植物的病害，我们把那些具有致病性的微生物称为病原微生物。

## 三、医学微生物学及其学习的目的

医学微生物学是研究与人类疾病相关的病原微生物的生物学性状、致病性、免疫性以及实验室诊断与防治的科学。学习医学微生物学的目的，在于掌握和运用微生物学的基本理论、基本技能，为控制和消灭感染性疾病，为学习临床护理课程奠定基础。

### 综|合|测|试

#### 一、名词解释

##### 1. 微生物

2. 病原微生物

二、选择题（A1 型题）

1. 属于非细胞型微生物的是

- A. 细菌                      B. 病毒                      C. 真菌                      D. 立克次体                      E. 螺旋体

2. 不属于原核细胞型微生物的是

- A. 细菌                      B. 放线菌                      C. 真菌                      D. 支原体                      E. 衣原体

（陈华民）

# 第二章 细菌概述

## 学习目标

- 1. 理解细菌的形态与结构、细菌的生长繁殖。
- 2. 领会细菌的致病因素、消毒与灭菌和感染的发生与发展。
- 3. 知道细菌的分布、遗传与变异、代谢产物和医院感染。

## 第一节 细菌的形态与结构

### 一、细菌的大小与形态

#### （一）细菌的大小

细菌体型微小，肉眼不可见，但大于病毒，通过普通光学显微镜放大千倍即可见，通常以微米（ $\mu\text{m}$ ， $1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$ ）为测量单位来测量它的大小。各种细菌的大小不一，大多数的球菌直径约  $1\mu\text{m}$ ，中等大小的杆菌长  $2 \sim 3\mu\text{m}$ ，宽  $0.3 \sim 0.5\mu\text{m}$ 。菌龄与环境等因素对菌体大小有影响。

#### （二）细菌的形态

细菌按照其外形可分为三种基本形态，即球形、杆形和螺形，分别称为球菌、杆菌和螺形菌（图 2-1）。

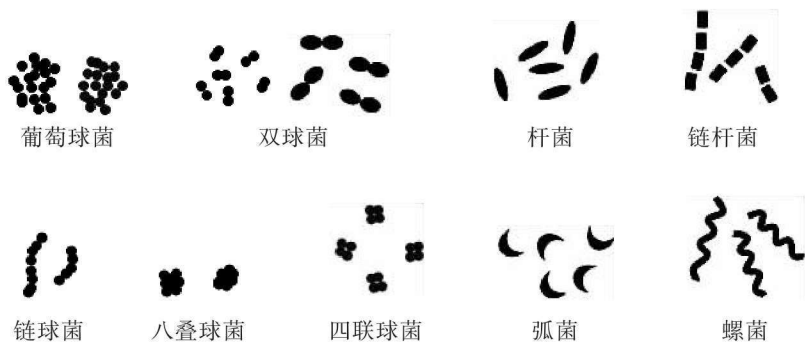


图 2-1 细菌的基本形态

1. 球菌 菌体呈球形或近似球形。根据繁殖时细菌细胞分裂方向和分裂后细菌粘连程度及排列方式的不同可分为：

- (1) 双球菌 分裂后两个菌体成双排列，如脑膜炎奈瑟菌、肺炎链球菌。
  - (2) 链球菌 分裂后多个菌体粘连排列成链状，如溶血性链球菌。
  - (3) 四联球菌和八叠球菌 分裂后 4 个菌体排列成正方形，称为四联球菌；8 个菌体黏附成包裹状，称为八叠球菌。
  - (4) 葡萄球菌 分裂后许多菌体无规则地堆积成葡萄状，如金黄色葡萄球菌。
2. 杆菌 菌体呈杆状或球杆状。杆菌的种类很多，其大小、长短、粗细均有差别。大的杆菌如炭疽芽胞杆菌长  $3 \sim 10\mu\text{m}$ ，中等的如大肠埃希菌长  $2 \sim 3\mu\text{m}$ ，小的如流感嗜血杆菌长  $0.7 \sim 1.5\mu\text{m}$ 。

大多数杆菌分散排列，有的杆菌可排列成链状，如炭疽芽胞杆菌；有的呈分枝状，称为分枝杆菌，如结核分枝杆菌；有的呈“八”字或栅栏状，如白喉棒状杆菌。

3. 螺形菌 螺形菌菌体弯曲呈螺形，可分两类：
- (1) 弧菌 只有一个弯曲，呈弧状或逗点状，如霍乱弧菌。
  - (2) 螺菌 菌体有数个弯曲，如鼠咬热螺菌。

二、细菌的结构

细菌是一类形体微小，结构简单，多以二分裂方式进行繁殖的原核细胞型生物，是在自然界中分布最广、个体数量最多的有机体，是大自然物质循环的主要参与者。

细菌的结构既有相似之处也有各自的特点，一般情况我们把细菌都具有的结构称为细菌的基本结构，包括细胞壁、细胞膜、细胞质和核质；而把部分细菌才有的结构称为细菌的特殊结构，如荚膜、鞭毛、菌毛和芽胞（图 2-2）。

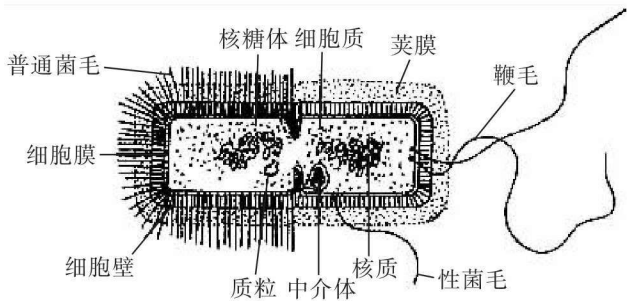


图 2-2 细菌的结构示意图

(一) 细菌的基本结构

1. 细胞壁 细胞壁是位于细菌菌体最外面的一层膜状结构，坚韧而有弹性。厚度为  $10 \sim 30\text{nm}$ ，主要的功能有：①保护细菌；②维持细菌形态；③控制物质进出；④具有免疫原性。



细胞壁的化学组成比较复杂，因菌种不同而异，其基本成分是肽聚糖（又称黏肽）。可根据革兰染色法将细菌分为两大类，即革兰阳性菌（ $G^+$ ）和革兰阴性菌（ $G^-$ ）。两类细菌的细胞壁结构和化学组成有很明显的差别。

革兰阳性菌的细胞壁比较厚，结构比较简单，主要由肽聚糖和磷壁酸构成。一般有 15~50 层肽聚糖片层，每层厚 1nm；肽聚糖含量高，占细胞壁干重的 50%~80%。含 20%~40% 的磷壁酸，有的还具有少量蛋白质。凡是能破坏肽聚糖结构或抑制其合成的物质，都能损伤细胞壁而使细菌变形或破裂，如青霉素能够干扰肽聚糖的合成，所以它对革兰阳性菌具有灭菌作用。而磷壁酸是革兰阳性菌的重要表面抗原，与细菌的致病性有关（图 2-3）。

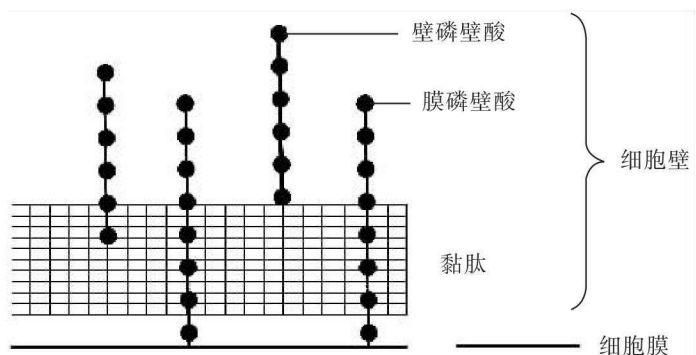


图 2-3 革兰阳性菌细胞壁结构示意图

革兰阴性菌细胞壁比较薄，但结构比较复杂，主要由肽聚糖和外膜组成。肽聚糖一般有 1~3 层，含量少，占细胞壁干重的 10%~20%。外膜是革兰阴性菌细胞壁的主要结构，占细胞壁干重的 80%，由外向内依次为脂多糖、脂质双层和脂蛋白等三部分组成（图 2-4）。

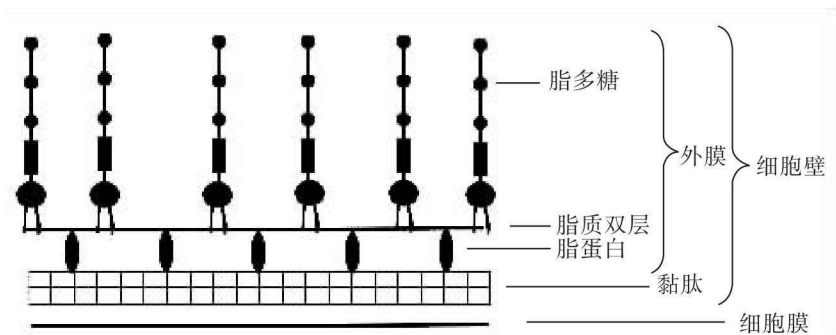


图 2-4 革兰阴性菌细胞壁结构示意图

脂质双层能够转运营养物质，同时还有屏障作用，能阻止多种物质透过，抵抗许多化学药物的作用，所以革兰阴性菌对溶菌酶、青霉素等比革兰阳性具有较大的



抵抗力。脂蛋白质起到稳定外膜并将之固定于肽聚糖层的作用。脂多糖（LPS）由脂质双层向细胞外伸出，包括类脂 A、核心多糖、特异性多糖三个组成部分，习惯上将脂多糖称为细菌内毒素，与细菌的致病性有关。

由于革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁化学组成和结构的差异（表 2-1），致使它们在染色、免疫原性、致病性以及药物的敏感等方面有很大的差别。

表 2-1 革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁比较

| 特征    | 革兰阳性菌              | 革兰阴性菌             |
|-------|--------------------|-------------------|
| 强度    | 较坚韧                | 较疏松               |
| 厚度    | 厚，20 ~ 80nm        | 薄，5 ~ 10nm        |
| 肽聚糖层数 | 多，可达 50 层          | 少，1 ~ 3 层         |
| 肽聚糖含量 | 多，可占胞壁干重 50% ~ 80% | 少，占胞壁干重 10% ~ 20% |
| 磷壁酸   | 有                  | 无                 |
| 外膜    | 无                  | 有                 |

如果细胞壁的肽聚糖结构受损，一般在普通环境中因细菌不能耐受菌体内的高渗透压而胀裂死亡；但在高渗环境下，它们仍可存活。这种细胞壁受损仍然能够在高渗环境下生长繁殖的细菌称为细菌细胞壁缺陷型（细菌 L 型）。某些细菌 L 型仍有一定的致病力，可引起慢性感染。

2. 细胞膜 细胞膜又称胞质膜，是位于细胞壁内侧、紧密包绕在细胞质外面的一层柔软有弹性的半透性生物膜。主要化学成分为脂类、蛋白质和糖类。其基本结构与其他生物的细胞膜基本相似，由脂质双层构成，其间镶嵌着多种蛋白质。细胞膜的主要功能是参与物质进出、细胞呼吸、生物合成等过程，此外还与细胞的分裂有关。

3. 细胞质 细胞质又称细胞浆，是细胞膜内的胶状物质，主要由水、蛋白质、酶、无机盐、脂类以及少量的糖类构成。细胞质内含有多种酶系统，是细菌新陈代谢的主要场所。细胞质内还包含几种重要结构。

（1）核糖体 又称核蛋白体，是细菌合成蛋白质的场所。每个菌体内含有数量可达数万个，其化学成分为 RNA 和蛋白质。由于细菌的核糖体与人类的核糖体结构有一定的差异，故可通过红霉素、链霉素等药物，改变或破坏细菌的核糖体结构，干扰蛋白质的生物合成，从而控制或杀死细菌，但对人体细胞无损害作用。

（2）质粒 是存在于细菌内染色体以外的遗传物质，为闭合环状双链 DNA 分子。其主要特性有：①带有遗传信息，控制细菌某些特定的遗传性状；②能在细胞质中自我复制，传给子代；③可通过接合、转导作用等将有关性状传递给另一细菌。在医学上重要的质粒有产生耐药性的 R 质粒、产生性菌毛的 F 质粒等。

（3）胞质颗粒 细胞质内含有多种胞质颗粒，大多数颗粒为细菌储存营养物



质。其中有部分细菌的某些胞质颗粒有较强嗜碱性，经染色后颜色明显不同于菌体的其他部位，故又称异染颗粒，可用于鉴别细菌，如白喉棒状杆菌的异染颗粒。

4. 核质 核质是细菌的遗传物质 DNA 和 RNA 聚集于细胞质内的某一区域而成的，由于无核膜和核仁，不具备完整的核结构，故又称为拟核。但核质仍然具有细胞核的功能，能控制细菌的遗传性状，与细菌的生长、繁殖、遗传和变异密切相关。

## （二）特殊结构

1. 荚膜 荚膜是某些细菌在细胞壁外包围着的一层较厚的黏液状物质。一般的染色法荚膜不容易着色，故在普通显微镜下只能看到菌体周围有一层未着色的透明圈（图 2-5）。荚膜的化学成分随细菌种类的不同而异，主要由多糖或多肽构成，如肺炎链球菌的荚膜是多糖，炭疽芽胞杆菌的荚膜为多肽。

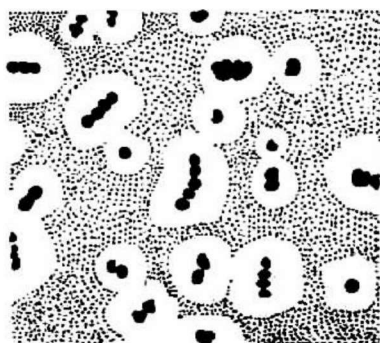


图 2-5 细菌的荚膜

荚膜形成的意义：①荚膜与细菌的致病性有关，荚膜具有保护细菌抵抗吞噬细胞的吞噬、消化，抵抗溶菌酶、补体、抗体及抗菌药物的损伤；②荚膜具有免疫原性，可用以鉴别细菌和进行细菌的分型；③荚膜具有黏附作用。

2. 鞭毛 鞭毛是部分细菌菌体上伸出的细长、呈波浪状弯曲的丝状物，是细菌的运动器官。有鞭毛的细菌在水和半固体培养中能运动。其化学成分主要由蛋白质构成。鞭毛蛋白具有较强的免疫原性，可用于细菌的鉴定和分型。此外，某些鞭毛还与细菌的致病性有关，如霍乱弧菌借鞭毛的运动能力穿透小肠黏膜表面的黏液层，使菌体黏附于肠黏膜上皮细胞而导致病变。根据鞭毛的数目及着生部位，可将有鞭毛的细菌分为周毛菌、丛毛菌、双毛菌、单毛菌等四类（图 2-6）。

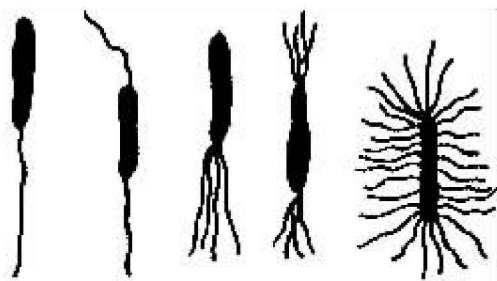


图 2-6 细菌鞭毛的类型

3. 菌毛 在某些细菌表面存在着一种比鞭毛细、短、直的丝状物，称为菌毛，常见于革兰阴性菌，只有少数革兰阳性菌有菌毛。通常在普通光学显微镜下看不到，必须用电子显微镜观察，其与细菌的运动无关。菌毛可根据其功能分为普通菌

毛和性菌毛两类。

(1) 普通菌毛 较细小，数量多，遍布于菌体，具有黏附作用，可使细菌黏附于呼吸道、消化道、泌尿生殖道的黏膜上皮细胞表面，借此侵入细胞引起感染，故普通菌毛与致病性有关。

(2) 性菌毛 比普通菌毛长而粗，中空管状，数量少，1~4根，通常带有性菌毛的细菌称为  $F^+$  菌或雄性菌，无菌毛的细菌称为  $F^-$  菌或雌性菌。性菌毛可用于传递遗传物质，如细菌的毒性及耐药性等性状可通过此传递。

4. 芽胞 芽胞是某些细菌在一定条件下，细胞质脱水浓缩，在菌体内形成的折光性很强且不易着色的圆形或椭圆形小体。芽胞不是细菌的繁殖体，只是抵抗不良环境而处于休眠状态的细菌，在合适的环境条件下，芽胞可通过出芽的方式重新长成繁殖体，开始发育和分裂繁殖，一个细菌只能形成一个芽胞，一个芽胞也只能发芽形成一个繁殖体，所以芽胞不是细菌的繁殖方式。

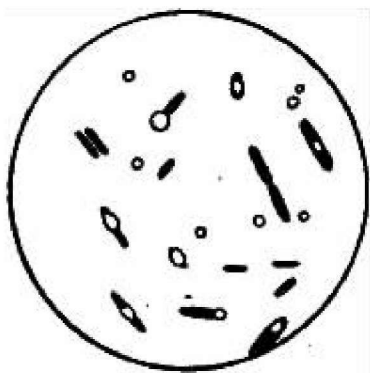


图 2-7 芽胞的大小、形态、位置

芽胞在自然界分布广泛，抵抗力强。用一般的方法不易将其杀死，杀灭芽胞最可靠的方法是高压蒸汽灭菌法。当进行消毒灭菌时往往以芽胞能否被杀死作为判断灭菌效果的指标。不同细菌的芽胞大小、形态和在菌体中的位置有一定的差别，故可用于鉴别细菌（图 2-7）。

### 三、细菌形态学检查法

细菌形态学检查法是对细菌的形态和菌群的形态进行观察并得出所检查细菌的类型和归属于哪个菌属的检查方法。常用的方法有不染色标本检查法和染色标本检查法。

#### （一）不染色标本检查法

不染色标本检查法主要用于观察细菌的运动，由于细菌的折光性不强，不能清楚地看到细菌的形态特征和结构。常见的方法有压滴法、悬滴法和暗视野显微镜法。

#### （二）染色标本检查法

染色标本检查法是最常用的一种细菌形态检查法。细菌个体微小呈半透明状，需经染色后才能较清楚地观察到细菌的形态、大小、排列、染色特性以及荚膜、芽胞、异染颗粒等结构，有助于细菌的初步鉴定。细菌的等电点较低，故在中性、碱性或弱酸性溶液中带负电荷。带负电荷的细菌较容易地和带正电荷的碱性染料结合，所以对细菌的染色多数是用碱性苯胺染料，如美蓝、碱性复红、结晶紫等。染色的方法有单染色法和复染色法两大类。





1. 单染色法 只用一种染料如美蓝或复红对细菌进行染色,可观察细菌的形态、大小和排列情况,但不能观察到细菌的结构与染色特性,故不能用于细菌的鉴别。操作过程:涂片→固定→染色→水洗→干燥→镜检。

2. 复染色法 用两种或两种以上的染料先后进行染色,可以观察到细菌的形态、大小与排列,还可以用于细菌的鉴别。常用的复染色法有革兰染色法和抗酸染色法。

(1) 革兰染色法 革兰染色法是广泛使用的一种鉴别细菌的染色方法。

革兰染色法的原理:通过结晶紫初染和碘液媒染后,在细胞壁内形成了不溶于水的结晶紫与碘的复合物,革兰阳性菌由于其细胞壁较厚、肽聚糖网层次较多且致密,故乙醇脱色处理时,因失水反而使网孔缩小,再加上它不含类脂,故乙醇处理不会出现缝隙,因此能把结晶紫与碘复合物牢牢留在壁内,使其仍呈紫色;而革兰阴性菌因其细胞壁薄、外膜层类脂含量高、肽聚糖层薄且交联度差,在遇脱色剂后,以类脂为主的外膜迅速溶解,薄而松散的肽聚糖网不能阻挡结晶紫与碘复合物的溶出,因此通过乙醇脱色后仍呈无色,再经沙黄等红色染料复染,就使革兰阴性菌呈红色。

染色的步骤一般包括初染、媒染、脱色、复染等四个步骤,具体操作方法是:涂片标本固定后,先用结晶紫(或龙胆紫)初染,然后用碘液进行媒染,再用95%乙醇脱色,最后以稀释复红液复染。经此染色之后,呈现紫色的为革兰阳性菌,红色的为革兰阴性菌。

革兰染色法的意义:①鉴别细菌:经染色之后,可将细菌区分为革兰阳性菌和革兰阴性菌,便于初步识别细菌,缩小鉴定范围;②选择用药:临床上可根据病原菌的革兰染色性,选择有效的药物进行治疗;③致病特点:革兰阳性菌和革兰阴性菌的致病机制和表现是不同的,革兰阳性菌主要由外毒素致病,革兰阴性菌主要由内毒素致病。

(2) 抗酸染色法 抗酸染色法可鉴别抗酸性细菌和非抗酸性细菌。

抗酸染色的原理是分枝杆菌的细胞壁含有大量的脂质,包围在肽聚糖的外面,所以分枝杆菌一般不易着色,要经过加热和延长染色时间来促使其着色。但分枝杆菌中的分枝菌酸与染料结合后,就很难被酸性脱色剂脱色,故名抗酸染色。

染色的步骤是先将固定的标本用石炭酸复红加温染色,再用盐酸乙醇脱色,最后用美蓝进行复染。菌体呈现红色的为抗酸性细菌,而染成蓝色的则为非抗酸性细菌。

(李震魁)

## 第二节 细菌的生长繁殖与变异

细菌是单细胞生物,须进行新陈代谢,不断从周围环境中摄取营养物质,合成