

医学专业函授教材之九

医用微生物学

MEDICAL MICROBIOLOGY

主编 陈 仁

燕京函授医学院

绪 言

自然界的生物，除肉眼看到的各种动物、植物以外，还有许多形体微小、构造简单、肉眼看不到，必须借助于光学显微镜或电子显微镜放大几百倍甚至几万倍才能看到的微小生物，这些微小生物称为微生物。

微生物的种类繁多，按其有无细胞结构及细胞核的分化程度可分成三大类：

1.非细胞型微生物：没有细胞结构，体积微小，能通过滤菌器，只能在活细胞内生长繁殖。病毒属于这类。

2.原核细胞型微生物：虽有细胞结构，但仅有原始核，无核仁和核膜，缺乏完整的细胞器。这类微生物有细菌、衣原体、立克次体、支原体、螺旋体和放线菌。

3.真核细胞型微生物：有细胞结构，细胞核的分化程度较高，有核膜、核仁和染色体，胞浆内有完整的细胞器。真菌是真核型微生物。

微生物的种类多，繁殖快，且善于适应环境，因此在自然界分布很广。江河、湖泊，海洋、土壤、空气中都有数量不等的微生物存在。人和动物的体表及与外界相通的腔道，也都有微生物存在。微生物在完成自然界物质循环和工农业生产上起着重要作用。

绝大多数微生物对人和动、植物是有益的，而且是必需的。自然界中许多物质循环要靠微生物的代谢活动来进行。例如土壤中的微生物能将动、植物尸体和排泄物转化为无机含氮化合物，以供植物生长发育的需要，而植物又为人类和动物所利用。此外，空气中的大量氮气，也只有依靠固氮菌等作用，才使土壤不断获得养料，以供植物生长的需要。由此可见，没有微生物，植物就不能新陈代谢，人和动物也将无法生存。

正常情况下，寄生在人类和动物口、鼻、咽部和消化道中的微生物是无害的，且有些尚具有拮抗某些病原微生物的作用。此外，定居在肠道中的大肠杆菌等还能提供人类必需的硫胺素、核黄素、烟酸、维生素B₁₂、维生素K和多种氨基酸等营养物质。这些微生物称为正常微生物丛或正常菌群。参见表1。

自然界中除了对人类有益的大部分微生物外，也有一部分微生物能引起人类或动、植物的病害。例如人类的伤寒、痢疾、麻疹、流感，畜禽的炭疽、猪瘟、鸡瘟，植物的水稻白叶枯病、小麦赤霉病等。这些具有致病性的微生物称为病原微生物。

人同某些微生物虽在一定条件下可以适应，但当条件改变时，两者之间的相互关系也随之发生变化。例如寄生在人的体表，呼吸道和消化道等腔道中的微生物，当机体生理功能正常时，才能处于相对的稳定状态，而不侵入人体的内环境。但当人体的抵抗力减弱时，这些所谓条件性病原微生物，也能使人发生疾病。例如，在人体大面积烧伤时，由于皮肤受到损害，机体失去天然存在的防御屏障，同时体内杀灭微生物的因素亦减弱，在这种情况下，经常居住在人的体表与腔道中的微生物就有可能侵入血流，引起严重的败血症。因此提高健康水平是战胜微生物和预防感染的关键之一。

表1 寄居人体的正常微生物丛

部 位		主 要 微 生 物 种 类
皮 肤		葡萄球菌、类白喉杆菌、绿脓杆菌、非致病性分枝杆菌。
口 腔		表皮葡萄球菌、甲型和丙型链球菌、肺炎球菌、奈氏球菌、大肠杆菌、乳杆菌、类白喉杆菌、梭形杆菌、螺旋体、白色念珠菌
鼻 咽 腔		葡萄球菌、甲型和乙型链球菌、肺炎球菌、奈氏球菌、绿脓杆菌、大肠杆菌、变形杆菌、腺病毒
外 耳 道		葡萄球菌、类白喉杆菌、绿脓杆菌、非致病性分枝杆菌
眼 结 膜		表皮葡萄球菌、结膜干燥杆菌、类白喉杆菌
胃		正常一般无菌
肠 道		大肠杆菌、产气杆菌、变形杆菌、绿脓杆菌、葡萄球菌、粪链球菌、产气荚膜杆菌、破伤风杆菌、无芽胞厌氧菌、ECHO病毒、腺病毒
尿 道		表皮葡萄球菌、类白喉杆菌、非致病性分枝杆菌
阴 道		乳杆菌、白色念珠菌、类白喉杆菌、大肠杆菌

微生物学是生物学中的一个分支，是研究微生物在一定条件下的形态、结构、生命活动和规律、进化、分类以及与人类、动物、植物、自然界相互关系等问题的一门科学。微生物学工作者的任务是将对人类有益的微生物用之于工农业生产实践，同时改造、控制和消灭对人类有害的微生物。

医学微生物学是一门医学的基础学科，主要研究与医学有关的病原微生物的生物学性状、传染致病的机理，免疫的基本理论、诊断技术和特异性防治措施等，以达到控制和消灭传染性疾病和有关的免疫性疾病，保障人类健康的目的。

本教材内容分为五篇。第一篇细菌学总论：主要叙述细菌的形态、结构、生长繁殖、变异、致病性等生物学特性，以及理化、生物因素对细菌的影响。第二篇免疫学基础：主要阐述免疫学的基本规律，同时也简单介绍传染病的特异性预防、诊断和治疗的原则。第三篇细菌各论：阐述医学上重要的病原菌的生物学特性、致病性与免疫性、微生物学检查法和特异性防治。第四篇病毒和第五篇其他微生物：简述与医学有关的病毒、衣原体、立克次体、支原体、螺旋体、放线菌和真菌的生物学特性、致病性与免疫性、微生物学检查法和防治原则。

学习医学微生物学的目的，在于了解病原微生物的生物学特性与致病性；认识人体对病原微生物的免疫作用；掌握传染病及与微生物有关的其他疾病的诊断方法、预防和治疗的基本原则，运用医学微生物学的基础理论、基本知识和基本技能，为今后学习有关基础医学和临床医学打下基础。

思考题

- 1.什么是微生物？有那几类？
- 2.微生物与人的关系，有利作用及有害作用。
- 3.正常菌群的概念及意义。
- 4.病原微生物的概念。

编写说明

受燕京函授学院的委托,按其教材编写要求,我们组织编写了这本教材,以供函授学员自学阅读之用。

在编写过程中,参考了高等医药院校的统编教材和近年国内出版的一些高校教材。在本书内容的取舍上,着眼于作为现代临床医生对医学微生物学基本知识的需要,而较少顾及本学科的系统性,并避免过多的介绍最新进展。

这本《医学微生物学》包括:细菌学总论、细菌学各论、病毒学、其他几种微生物和免疫学基础共五篇。在每章之后附有少许简单的思考题可供学员自学后复习时参考。我们希望有一定临床工作经验的同志们,能善于分清主次,掌握要点。书中排小字处仅供参考。

限于主编和编写人员的业务水平,缺乏编写函授教材的经验,加以时间仓促对许多章节又未及反复斟酌、仔细推敲,因此,书中内容会有不适合函授自学、以及其他方面的缺点甚至错误之处。我们诚恳希望阅读本书的同志们予以批评指正。

目 录

绪言

第一篇 细菌学总论

第一章 细菌的形态与结构	(1)
第一节 细菌的大小与形态	(1)
第二节 细菌的基本结构	(2)
第三节 细菌的特殊结构	(6)
第四节 细菌形态的检查法	(8)
第二章 细菌的生长与繁殖	(10)
第一节 细菌生长繁殖的条件	(10)
第二节 细菌繁殖的方式和速度	(11)
第三节 细菌的人工培养	(13)
第四节 细菌的代谢产物	(14)
第三章 外界因素对细菌的影响	(16)
第一节 物理因素对细菌的影响	(17)
第二节 化学因素对细菌的影响	(18)
第三节 生物因素对细菌的影响	(20)
第四章 细菌的遗传与变异	(22)
第一节 细菌的变异现象	(23)
第二节 细菌变异发生的机理	(24)
第三节 细菌变异的实际意义	(26)
第五章 细菌的致病性和宿主的天然抵抗力	(27)
第一节 细菌的致病性	(27)
第二节 宿主的天然抵抗力	(28)
第三节 传染的发生、发展与结局	(33)

第二篇 免疫学基础

第六章 抗原	(35)
第一节 抗原的条件	(36)
第二节 抗原的特异性	(36)
第三节 抗原的分类	(38)
第四节 医学上重要的抗原	(39)
第五节 免疫佐剂	(41)
第七章 免疫系统	(42)
第一节 中枢免疫器官	(42)
第二节 周围免疫器官	(44)

第三节	免疫细胞	(45)
第八章	免疫球蛋白	(52)
第一节	免疫球蛋白的基本结构	(52)
第二节	免疫球蛋白的血清型	(55)
第三节	免疫球蛋白的功能	(57)
第四节	五类免疫球蛋白的特点和作用	(57)
第五节	免疫球蛋白的水平和临床意义	(59)
第九章	补体系统	(61)
第一节	补体系统的组成	(61)
第二节	激活补体的物质	(61)
第三节	补体激活的途径	(62)
第四节	补体系统的调节	(66)
第五节	补体系统的生物学作用	(67)
第六节	补体水平与临床的关系	(69)
第十章	免疫应答	(70)
第一节	免疫应答的概念	(70)
第二节	免疫应答的形成过程	(70)
第三节	影响免疫应答的因素	(71)
第四节	体液免疫应答	(72)
第五节	细胞免疫应答	(74)
第六节	免疫应答调节的基本概念	(78)
第七节	免疫耐受的基本概念	(79)
第十一章	变态反应	(81)
第一节	I型变态反应	(81)
第二节	II型变态反应	(84)
第三节	III型变态反应	(86)
第四节	IV型变态反应	(87)
第十二章	体外免疫学试验	(89)
第一节	抗原抗体反应概论	(89)
第二节	沉淀反应	(91)
第三节	凝集反应	(94)
第四节	补体结合反应	(95)
第五节	标记的抗原抗体反应	(96)
第六节	细胞免疫测定法	(99)
第三篇 细菌学各论		
第十三章	球菌	(100)
第一节	葡萄球菌属	(100)
第二节	链球菌属	(103)
第三节	肺炎双球菌	(106)

第四节	脑膜炎双球菌.....	(108)
第五节	淋球菌.....	(109)
第十四章	肠道杆菌.....	(109)
第一节	埃希氏菌属(大肠杆菌属).....	(111)
第二节	沙门氏菌属.....	(112)
第三节	志贺氏菌属.....	(116)
第四节	变形杆菌属.....	(118)
第五节	绿脓杆菌.....	(119)
第十五章	弧菌属.....	(119)
第一节	霍乱弧菌及El Tor弧菌.....	(120)
第二节	副溶血性弧菌.....	(122)
第十六章	革兰氏阴性小杆菌.....	(122)
第一节	流行性感冒杆菌.....	(122)
第二节	百日咳杆菌.....	(123)
第三节	鼠疫杆菌.....	(123)
第四节	布氏杆菌.....	(125)
第十七章	需氧芽胞杆菌属.....	(126)
第十八章	厌氧性细菌.....	(128)
第一节	厌氧芽胞杆菌属.....	(128)
第二节	无芽胞厌氧菌.....	(134)
第十九章	棒状杆菌属.....	(135)
第二十章	分枝杆菌属.....	(137)
第一节	结核杆菌.....	(137)
第二节	麻风杆菌.....	(140)
第二十一章	与医学有关的其他细菌.....	(141)
第四篇 病毒		
第二十二章	病毒的基本性状.....	(142)
第一节	病毒的形态结构与化学组成.....	(142)
第二节	病毒的增殖.....	(145)
第三节	病毒对外界因素的抵抗力.....	(147)
第四节	病毒的变异.....	(148)
第五节	病毒的分类与命名.....	(148)
第二十三章	病毒的传染与免疫.....	(150)
第一节	病毒的传染.....	(150)
第二节	抗病毒免疫.....	(153)
第二十四章	病毒感染的检查方法与防治原则.....	(156)
第一节	病毒感染的检查方法.....	(156)
第二节	病毒感染的防治原则.....	(159)
第二十五章	呼吸道传播病毒.....	(160)

第一节	流行性感冒病毒·····	(161)
第二节	麻疹病毒·····	(163)
第三节	腺病毒·····	(164)
第四节	腮腺炎病毒·····	(164)
第二十六章	肠道传播病毒·····	(165)
第一节	脊髓灰质炎病毒·····	(165)
第二节	柯萨基病毒与埃可病毒·····	(166)
第三节	其他肠道病毒·····	(167)
第二十七章	肝炎病毒·····	(168)
第一节	甲型肝炎病毒·····	(168)
第二节	乙型肝炎病毒·····	(168)
第三节	非甲非乙型肝炎病毒·····	(171)
第二十八章	虫媒病毒·····	(171)
第一节	流行性乙型脑炎病毒·····	(172)
第二节	其他虫媒病毒·····	(173)
第二十九章	其他病毒·····	(173)
第一节	狂犬病病毒·····	(173)
第二节	疱疹病毒·····	(174)
第三节	艾滋病(AIDS)病毒·····	(175)
第五篇 其他病原微生物		
第三十章	衣原体·····	(177)
第一节	概述·····	(177)
第二节	引起人类感染的衣原体·····	(177)
第三十一章	立克次体·····	(178)
第一节	概述·····	(178)
第二节	斑疹伤寒立克次体·····	(180)
第三十二章	支原体·····	(181)
第三十三章	病原性螺旋体·····	(182)
第一节	钩端螺旋体·····	(182)
第二节	梅毒螺旋体·····	(184)
第三十四章	病原性真菌·····	(185)

第一篇 细菌学总论

第一章 细菌的形态与结构

细菌是最常见的一类原核细胞型微生物。它形体微小，结构简单，无典型的细胞核，只有核质（染色体），无核膜和核仁，不进行有丝分裂。缺乏完整的细胞器。

第一节 细菌的大小与形态

细菌的个体很小，必须用显微镜将它放大1,000倍左右才能看到。一般以微米($1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$)作为测量其大小的单位。不同种类的细菌大小不一，同一种细菌又可因菌龄和环境因素的影响，其大小有所差异。大多数球菌直径约 $1\mu\text{m}$ ，杆菌长约 $2-3\mu\text{m}$ ，宽 $0.3-0.5\mu\text{m}$ 。

细菌根据外形可分为三类：球菌、杆菌、螺形菌（图1—1）。



图1—1 细菌的基本形态

球菌：多数球菌直径约 $0.8-1.2\mu\text{m}$ ，外形呈球形或近似球形。按球菌细胞分裂的平面不同，以及分裂后菌体之间相互粘附的松紧程度不同，可形成不同的排列方式：

1. 双球菌：在一个平面上分裂，分裂后两个菌体成对排列，如肺炎球菌、脑膜炎球菌。
2. 链球菌：连续在一个平面上分裂，分裂后多个菌体相连成链状排列，如溶血性链球菌。
3. 四联球菌：在两个互相垂直的平面上分裂，分裂后四个菌体排列在一起。
4. 八叠球菌：在三个互相垂直的平面上分裂，分裂后八个菌体重叠排列在一起。
5. 葡萄球菌：在多个平面上随机分裂，分裂后排列亦无一定规律，菌体聚集呈葡萄状，例如，金黄色葡萄球菌。

无论在何种送检标本或培养物的涂片中，除有典型的排列形式外，还能看到有分散的单个菌体存在。

从固体或液体培养物中取得材料制成涂片，在镜下其排列方式亦有差别。如在液体中

生长的葡萄球菌很少成堆，大多数分散或呈短链。在液体中生长的链球菌则易于连在一起形成长链，在固体培养基中，链球菌则以短链聚集成堆，类似葡萄球菌。

杆菌：各种杆菌长短粗细差别很大。大的杆菌如炭疽杆菌长约3—10 μm ，多数杆菌是中等大小，如大肠杆菌长约2—3 μm ，小者如布氏杆菌长仅0.6—1.5 μm 。杆菌形态基本呈杆状，菌体两端多呈钝圆形，如大肠杆菌；少数两端平齐，如炭疽杆菌。有的杆菌菌体较短，近似椭圆球形，称为球杆菌，如布氏杆菌；有的杆菌末端膨大呈棒状，称为棒状杆菌，如白喉杆菌。一般杆菌多分散存在，也有分裂后相连在一起呈链状排列，如炭疽杆菌。

螺形菌：螺形菌菌体弯曲或扭转，可分为两类：

- 1.弧菌：菌体短仅有一个弯曲，呈弧形或逗点状，如霍乱弧菌。
- 2.螺菌：菌体较长较为坚硬，有多个弯曲，如鼠咬热螺菌。

细菌在适宜的生长环境条件下有相对稳定的形态，改变环境条件如培养温度、培养时间、培养基成分和pH等，均可引起细菌形态变化。故观察细菌的大小与形态，最好在适宜的培养基中培养18—24小时（个别细菌例外）为宜。

第二节 细菌的基本结构

细菌是单细胞的微生物，体积微小，在普通光学显微镜下不能辨别其详细构造。近年来，应用电子显微镜及分子生物学等新技术，对细菌的基本构造有了比较清楚的了解（图1—2）。

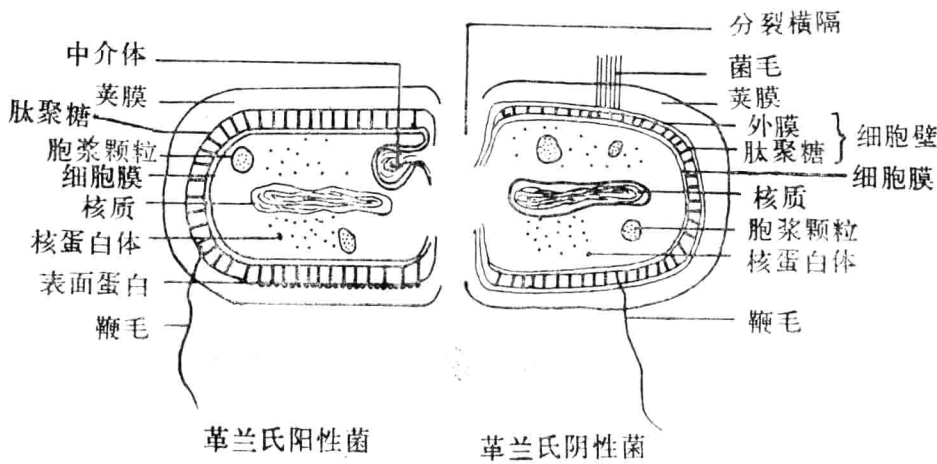


图1—2 细菌细胞结构模式图

细菌的基本结构是指各种细菌都具有的细胞结构，包括细胞壁、细胞膜、细胞浆、核质及胞浆颗粒等。

一、细胞壁

细胞壁是细菌细胞最外面的结构，紧贴在细胞膜之外，比较坚韧，且具有高度的弹性。其主要功能是保护细菌，支持细胞膜承受细菌内部很高的渗透压，并维持细菌固有的外形。细菌胞浆内有高浓度的无机盐离子和营养物质，造成菌体内有5—25个大气压的渗透压，如无细胞壁的保护，细菌在一般环境中必将胀破。细胞壁由于具有坚韧的结构，承受巨大的渗透压

而不致变形或破裂，并使细菌能在比菌体内渗透压低的环境中生活。细胞壁上还有很多细微小孔，具有相对的通透性，可允许水和直径小于1nm的物质自由通过，而阻留大分子物质。细胞壁与细胞膜共同完成细胞内外物质的交换。

细胞壁的化学组成比较复杂，随细菌的种类而不同，但所有细菌都具有肽聚糖（也称粘肽或胞壁质）。它是原核生物细胞所特有的物质，是细胞壁的基础成分。

肽聚糖是由两种氨基糖即N—乙酰葡萄糖胺和 N—乙酰胞壁酸、四肽侧链和交联桥三部分组成（革兰氏阴性细菌的肽聚糖无交联桥）。N—乙酰葡萄糖胺和N—乙酰胞壁酸两种氨基糖间隔排列，以葡萄糖苷键连接成多糖链组成支架，另有一四肽链与N—乙酰胞壁酸连接，再通过五肽间桥将此侧链相连起来，构成交叉的、坚韧性和机械强度相当大的三度空间立体框架结构（图1—3）。各种细菌的支架均相同，但四肽侧链和五肽交联桥的组成随细菌种属不同而有差异。

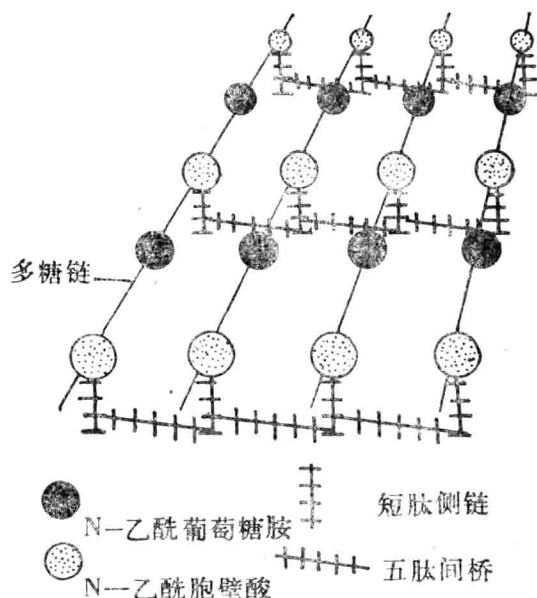


图1—3 细菌细胞壁肽聚糖的结构

肽聚糖是细菌细胞壁的主要成分。凡能破坏肽聚糖结构或抑制其合成的物质，大多能损伤细胞壁而杀伤细菌。例如溶菌酶能切断N—乙酰葡萄糖胺与N—乙酰胞壁酸之间的 β -1,4键分子连接，破坏肽聚糖的骨架，引起细菌裂解。青霉素能干扰甘氨酸交联桥与四肽侧链上的D—丙氨酸之间的连接，使细菌不能合成完整的细胞壁，亦可导致细菌死亡。人与动物细胞无细胞壁，亦无肽聚糖结构，故溶菌酶和青霉素对人体细胞均无毒性作用。

革兰氏阳性菌的细胞壁较厚，其主要成分为肽聚糖。此外，细胞壁还含有大量的磷壁酸（图1—4A）。磷壁酸抗原性很强，是革兰氏阳性菌的重要表面抗原，与血清学分型有关。某些革兰氏阳性细菌细胞壁表面还可有一些特殊的表面蛋白，如A组链球菌的M蛋白，金黄色葡萄球菌的A蛋白等，均与致病力有关。

革兰氏阴性细菌细胞壁较薄，结构比较复杂（图1—4B）。肽聚糖含量少，在肽聚糖层之外，还有三层结构，由内向外依次为：

1. 脂蛋白：由脂质和蛋白质构成。
2. 外膜：外膜的结构类似细胞膜，为液态的脂质双层。外膜中镶嵌有一些特殊的蛋白

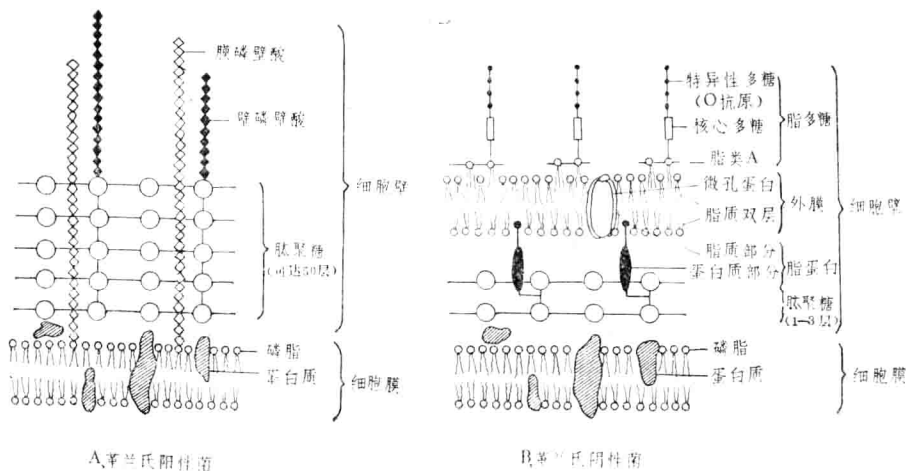


图1-4 细菌细胞壁结构模式图

质，可进行细胞内外的物质运输和交换。外膜是革兰氏阴性菌细胞壁的主要结构，其功能除物质运输外，还有屏障作用，能阻止多种物质透过，抵抗许多化学药物的影响，革兰氏阴性菌对多种抗生素的抵抗力较强。此外，外膜蛋白质还可作为某些噬菌体和性菌毛的受体。

3. 脂多糖：即革兰氏阴性细菌的内毒素。脂多糖由脂类A、核心多糖、特异性多糖三种成分组成。脂类A是脂多糖的毒性部分，是内毒素的主要成分，与细菌致病力有关。脂类A无种属特异性，各种革兰氏阴性菌均相同，故不同革兰氏阴性菌感染时，由内毒素引起的毒性作用均大致相似。特异性多糖在脂多糖的最外层，即革兰氏阴性菌的菌体抗原。特异性多糖具有种的特异性。特异性多糖如有缺损，则细菌菌落由光滑型转变为粗糙型。

肽聚糖是细胞壁的主要成分。某些情况下，肽聚糖结构受到破坏，或其合成受抑制，多数细菌裂解死亡，但有时有些细菌不死，而成为细胞壁缺陷的细菌，亦称为L型细菌。L型细菌一般为球形，或表现为多形性。染色不易着色，不易培养，临床上如遇到症状明显而标本培养为阴性时，应考虑L型细菌感染的可能性。

二、细胞膜

细胞膜又称胞浆膜，位于细胞壁内侧，紧包住细胞浆，柔软而富于弹性。细胞膜的基本结构是平行的脂类双层，在脂类双层中镶嵌有多种蛋白质，多为具有特殊作用的酶类和载体蛋白，其位置或在膜的表面，或由一侧嵌入膜内，也可穿透脂类双层而外露于膜的两侧（图1—5）。它与细胞膜的选择通透性有关。

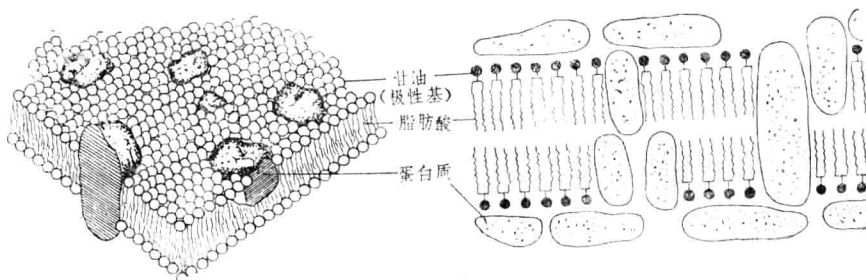


图1—5 细胞膜结构模式图

细胞膜的主要功能：1.物质转运与营养作用 细菌从外界吸收营养物质和排出代谢废物都必须经过细胞膜。细胞膜上有许多小孔，具有选择性通透作用，能容许某些小分子可溶性物质通过。细胞膜上还镶嵌有特异的载体蛋白，能在胞膜外侧与特定的营养物质结合，在脂类双层间移动到胞膜内侧卸下，完成主动运转的作用。这就保证了当菌体内物质浓度比周围环境高时，仍能不断从外界摄取所需的营养物。此外，细菌还能通过细胞膜上的小孔，向胞外分泌出水解酶，将大分子营养物分解为简单的小分子化合物，然后摄入胞内供营养所需。菌体内的代谢产物也通过细胞膜排出体外。

2.呼吸作用 需氧菌的细胞膜上（主要在中介体中）含有细胞色素和其他呼吸酶，可以转运电子，完成氧化磷酸化作用，参与细胞呼吸的过程，与能量的产生、储存和利用有关。

3.生物合成作用 细胞膜上含有合成多种物质的酶类。菌体的许多成分，如肽聚糖、磷壁酸、磷脂、脂多糖等，均在细胞膜上合成。

中介体是细菌的细胞膜向内陷入胞浆中折叠形成的管状或囊状结构。它有两型，即横隔中介体与侧生中介体。中介体扩大了细胞膜的表面积，相应地增加了酶的含量。由于中介体含有大量呼吸酶类，可能为细菌提供能量的来源，其功能类似于真核细胞的线粒体。

三、细胞浆

细胞浆或称细胞质，包在细胞膜内。细胞浆呈胶体状态，其化学组成随菌种、菌龄和环境条件而不同。基本成分是水、蛋白质、核酸和脂类，也含有少量的糖和无机盐。细胞浆中的核糖核酸含量较高，特别是生长旺盛的幼龄细菌含量更高，故有较强的嗜碱性，易被碱性染料着色。

细胞浆含有多种酶系统，是细菌合成蛋白质和核糖核酸的场所，同时也是从外界吸收的营养物质进行同化和异化代谢的场所。

细胞浆中含有多种重要结构：

（一）核蛋白体 核蛋白体是游离存在于胞浆中的小颗粒，每个细菌内含核蛋白体可达数万个。其沉降系数为70S，由50S与30S的大小两个亚基组成。mRNA将几个核蛋白体串成多聚核蛋白体后，即成为合成蛋白质的场所。

细菌的核蛋白体和人细胞的核蛋白体不同，后者的沉降系数为80S，大小两个亚基分别为60S与40S。链霉素能与细菌核蛋白体的30S小亚基结合，干扰细菌的蛋白质合成，从而杀死细菌，但对人的细胞则无影响。

（二）质粒 质粒是染色体外的遗传物质，为环状闭合的双股DNA，能在胞浆中自我复制。质粒赋予细菌某些特殊的性状，但并非细菌生命活动所必需，许多细菌没有质粒也可正常存活。医学上重要的质粒有F因子、R因子等。质粒除决定该菌自身的性状外，还可通过接合或转导作用而传递给另一细菌。（详见第四章）

（三）胞浆颗粒 细菌胞浆中常有各种颗粒，一般认为是储备的营养物质，包括多糖、脂类、多磷酸盐等。各种不同细菌有不同的胞浆颗粒，同一细菌在不同环境或不同生长时期中，胞浆颗粒也有不同。一般在细菌营养供应充足时胞浆颗粒较多。较为常见的细菌胞浆颗粒是异染颗粒，其主要成分为核糖核酸和多偏磷酸盐，嗜碱性较强，对碱性染料着色较深，用特殊染色法可染成与细菌其他部分不同的颜色，故称为异染颗粒。白喉杆菌常具有明显的异染颗粒，这一特性有助于白喉杆菌的鉴别。

四、核质

细菌为原核细胞，不具有典型的核，其遗传物质称为核质或拟核。拟核没有核膜与胞浆分开，但它具有细胞核的功能，控制细菌的各种遗传性状。一个细菌体内一般含有1~2个核质。细菌的核质是由双股DNA盘绕而成。

第三节 细菌的特殊结构

某些细菌除具有上述基本结构外，还有一些特殊结构，如荚膜、鞭毛、菌毛、芽胞。

一、荚膜

有些细菌在其细胞壁外，尚能形成一层较厚的、具有一定化学组成的粘液层，称为荚膜。荚膜不易着色，普通染色只能见到菌体周围有一圈未着色的透明带，荚膜经特殊染色后，在光学显微镜下可见。（图1—6）。

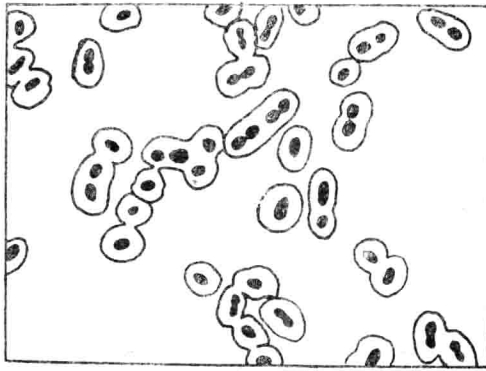


图1—6 肺炎球菌荚膜

荚膜的组成成分随菌种而异。大多数细菌（如肺炎球菌、脑膜炎球菌等）的荚膜由多糖组成，链球菌荚膜为透明质酸，少数细菌的荚膜为多肽（如炭疽杆菌）。荚膜物质通常具有抗原性，例如，肺炎球菌因为荚膜多糖的化学成分不同，可将其分为许多不同的型别。

荚膜的生成与环境条件有密切关系，当细菌从人体和动物体中分离出来时或在特殊培养条件下，才生成荚膜，而在普通人工培养基上则易消失。已失去荚膜的细菌通过动物又可使荚膜恢复。

荚膜并非细菌生长所必需，如荚膜丢失，细菌仍可存活。荚膜的主要功能是保护细胞壁，使细胞壁免受各种抗菌因素（例如溶菌酶、补体、噬菌体等）的破坏。某些具有荚膜的病原菌（如肺炎球菌、炭疽杆菌），其荚膜能保护细菌抵抗吞噬细胞的吞噬和消化作用，使细菌在体内能不被杀灭，因而大量繁殖致病。所以荚膜与细菌的致病力有密切关系。有荚膜的细菌致病力强，失去荚膜后致病力即减弱或消失。在体外，荚膜能保护细菌抵抗干燥。

二、鞭毛

许多细菌，包括所有的弧菌和螺菌，约半数的杆菌和极少数球菌，在菌体上附着有细长呈波状弯曲的丝状物，是细菌的运动器官，称为鞭毛。鞭毛须用电子显微镜观察，或经特殊染色法使鞭毛增粗并着色后，在普通显微镜下观察。

按鞭毛的数目多少及其排列特征，可将有鞭毛的细菌分为四类（图1—7）：

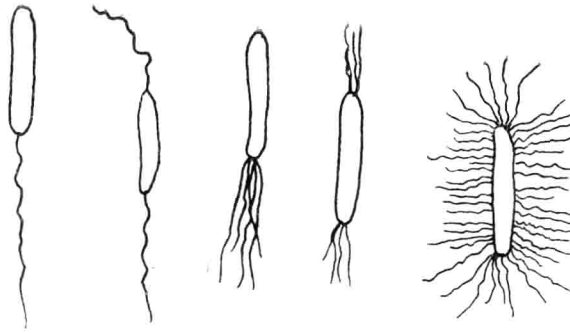


图1—7 细菌鞭毛数目及排列

- 1.单毛菌 只有一根鞭毛，位于菌体一侧顶端，如霍乱弧菌。
- 2.双毛菌 菌体两端各有一根鞭毛。
- 3.丛毛菌 菌体一端或两端有一丛鞭毛，如绿脓杆菌。
- 4.周毛菌 菌体四周遍布许多鞭毛，如伤寒杆菌。

鞭毛的化学成分主要是蛋白质，也含有少量的糖类和脂类。应用电子显微镜研究鞭毛的超微结构，发现鞭毛是由基础小体、钩状体、丝状体三部分组成。

鞭毛是细菌的运动器官。具有鞭毛的细菌在液体中能自由游动，能朝向有高浓度营养物质的方向移动，而避开对其有害的环境。

观察细菌有无鞭毛可用于鉴别和鉴定细菌：1.鉴别细菌 鞭毛可作为鉴别细菌的一个指标。例如伤寒杆菌与痢疾杆菌形态相似，其区别在于伤寒杆菌有鞭毛能运动，而痢疾杆菌无鞭毛不能运动。

2.鉴定细菌 鞭毛的主要成分是蛋白质，具有特殊的抗原性，通常称为H抗原，可用血清学方法检查，在鉴定细菌时十分重要。

鞭毛须经特殊染色法才能在普通显微镜下看到，直接检查鞭毛比较困难，一般多用悬滴法观察细菌动力，或用半固体培养基穿刺接种，观察细菌生长扩散的情况，间接判断该菌有无鞭毛。

三、菌毛

许多革兰氏阴性细菌菌体表面具有菌毛，菌毛较鞭毛更细而短，但其数目多。菌毛的化学成分主要是蛋白质，普通显微镜下不能看见，须用电子显微镜观察。

菌毛分普通菌毛与性菌毛两种。二者可单独存在或同时存在于一种细菌上。

普通菌毛主要起吸附作用，可吸附于消化道、呼吸道或泌尿道等的上皮细胞上。当吸附于动物红细胞上时，能引起细胞的凝集。菌毛粘附于易感细胞，可能是某些细菌入侵人体感染致病的第一步。大量实验已证实了菌毛粘附作用与致病力的关系。

性菌毛数量少，一个细菌只有1~4根，比普通菌毛稍长而粗。带有性菌毛的细菌称为F⁺菌或雄性菌。不带性菌毛的细菌称为F⁻菌或雌性菌。雄性菌可通过性菌毛与雌性菌接合，将遗传物质（质粒或染色体DNA）输入F⁻菌，使雌性菌获得雄性菌的某些特性，如引起细菌耐药性与致病性的转移。

四、芽胞

某些细菌主要是革兰氏阳性杆菌，在一定环境条件下，能在菌体内形成一个圆形或卵圆

形的小体，称为芽胞。芽胞带有成套的核质、酶和合成菌体成分的机构，能保存细菌的全部生命活性。芽胞形成以后，菌体即成为空壳，以后在适宜条件下，如进入人体或动物体，或接种到合适的培养基上，芽胞又可发芽而形成新的菌体。芽胞折光性强，壁厚，通透性低，用普通染色法不易着色，可采用芽胞染色法染色。

芽胞所处的部位可在细菌的中央、末端或次末端，有些细菌的芽胞直径比菌体宽度小，有的比菌体大。细菌芽胞的形态、大小相当稳定，故在细菌的鉴别上有意义。如炭疽杆菌芽胞直径比菌体小，在菌体中央；破伤风杆菌的芽胞直径比菌体大，在末端；肉毒杆菌的芽胞直径比菌体大，在次末端（图1—8）。



图1—8 细菌芽胞的各种形状

一个细菌只形成一个芽胞，一个芽胞发芽也只能生成一个菌体，细菌的数量并未增多，故形成芽胞不是细菌的繁殖方式。一般认为芽胞是细菌的休眠状态，其代谢相对静息，对营养物质和能量的需要很低，对外界环境的抵抗力强，能保护细菌耐受不良环境。

成熟的芽胞具有多层厚膜结构。芽胞对热、干燥、辐射、化学消毒剂等均有强大的抵抗力。芽胞在自然界中可存活数十年，能耐煮沸几小时，有的芽胞在5%石炭酸中数日不死。其抵抗力强的原因可能是：①芽胞含水量少，蛋白质受热不易变性；②芽胞具有多层厚而致密的包膜，特别是芽胞壳，无通透性，能阻止化学药物渗入；③芽胞具有一些特殊的酶，具有较强的耐热性；④芽胞特有的大量吡啶二羧酸，使芽胞中的酶类具有很高的稳定性。

细菌芽胞对理化因素抵抗力强，在自然界中存活时间长，成为某些传染病的重要传染来源。例如土壤中常有破伤风杆菌和气性坏疽病原菌的芽胞，一旦外伤伤口被泥土污染，芽胞进入伤口，在适宜条件下即可发芽成为繁殖体，在体内繁殖而致病。炭疽杆菌芽胞污染牧场，其传染性可持续20—30年。

被芽胞污染的用具、敷料、手术器械等，用一般消毒方法不易将其杀死。杀死芽胞最可靠的办法是高压蒸气灭菌法。当进行灭菌时，判定灭菌是否彻底，以杀死芽胞作为标准。

第四节 细菌形态的检查法

细菌形态学的检查，通常是鉴定未知细菌的第一步。形态学的主要特征是细菌细胞的大小、形状、排列及可资鉴别细菌的特殊构造。

光学显微镜是观察细菌形状、染色反应及特殊构造以鉴定细菌的最常用工具。

一、不染色标本检查法

细菌标本不经染色直接镜检，可观察生活状态下细菌的形态及其运动情况。检查活的细菌，最简便的方法是悬滴法或压滴法。悬滴法是将菌液一滴倒悬于盖玻片的反面，盖玻片置于凹玻片的凹板上，然后用普通光学显微镜直接观察。压滴法是将菌液一滴置于载物玻片上，然后在菌液表面加一盖玻片，即可放在普通光学显微镜下观察。如用暗视野显微镜或相差显微镜观察，效果更好。

不染色标本检查可以看到细菌大致的轮廓和有无动力。有鞭毛细菌能游动,没有鞭毛的细菌在原地颤动。细菌是无色半透明的微小物体,不经染色看不清楚形态,所以除了观察细菌动力须用活的细菌不加染色外,一般的形态学检查均须先染色。

二、染色标本检查法

若将细菌制成涂片,固定后加以染色,使细菌与背景在染色上形成鲜明对比,这样在普通显微镜下就能清楚地看到细菌的形态。

细菌蛋白质是兼性电解质,在不同pH时可带不同电荷。细菌的等电点较低,约在pH2~5之间,所以在近于中性的溶液中细菌带阴电,易与带阳电的碱性染料结合而着色。因此细菌染色多用碱性苯胺染料如美蓝、龙胆紫、碱性复红等染色。

细菌在染色前先制成涂片。涂片制备的方法是将细菌悬液薄薄地涂在载玻片上,待干燥后在火焰上加热固定。固定一方面可以杀死细菌,一方面可使细菌在染色过程中不至脱落。

常用的细菌染色法有下列几种:

单染色法:只用一种染料染色,如美蓝或复红,可以观察细菌的大小、形态和排列形状。但各种细菌均染成同一颜色不能进一步鉴别细菌。

复染色法:用两种以上的染料染色,可将不同细菌染成不同颜色,这样不仅可以观察细菌的形态,还能鉴定细菌的染色反应。常用的复染色法有革兰氏染色法和抗酸染色法二种。

1.革兰氏染色法:标本先用结晶紫初染使细菌着色,再用碘液媒染,然后用95%酒精脱色,最后用稀释复红复染。经此法染色后,可将细菌分成两大类:不被酒精脱色而保留结晶紫染色的细菌称为革兰氏阳性细菌;如被酒精脱色后再被稀释复红染成红色的称为革兰氏阴性菌。

革兰氏染色法的原理还不完全清楚,曾有多种不同的解释:①革兰氏阳性菌的等电点(pH2—3)比阴性菌(pH4—5)为低,故在同样的pH下阳性菌所带的阴电荷较阴性菌多,摄取碱性染料能力较强。②革兰氏阳性菌含糖核酸镁盐较多,可与结晶紫碘结合成大分子复合物,不易脱出。③革兰氏阳性菌细胞壁结构比较致密,肽聚糖层很厚,脂类含量低,酒精不易透入,阴性菌的细胞壁较为疏松,肽聚糖层很薄,含大量脂质,易被酒精溶解,致使细胞壁通透性增高,细胞内的结晶紫—碘复合物被酒精溶解而脱色。

革兰氏阳性菌与革兰氏阴性菌对酒精脱色反应的差异只是程度上的差别,可受多种因素影响;如延长脱色时间,革兰氏阳性菌亦可变为阴性,衰老的阳性菌往往也染成阴性。

革兰氏染色法是最常用的一种染色法,具有重要的实际意义:

(1)鉴别细菌:用此法可将所有细菌分成革兰氏阳性与革兰氏阴性两大类,这样可以初步识别细菌,以利于进一步的鉴定。

(2)选择药物:革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌对化学治疗剂和抗生素等药物的敏感性不同,例如大多数阳性菌对青霉素、红霉素、龙胆紫等药物敏感,大多数阴性菌对这几种药物不敏感,但对链霉素、氯霉素敏感,根据细菌的革兰氏染色性,可供临床选用药物时参考。

(3)与致病性有关:有些革兰氏阳性菌能产生外毒素,而革兰氏阴性菌则大多具有内毒素,二者致病作用不同。

2.抗酸染色法:分枝杆菌属的细菌,如结核杆菌、麻风杆菌等,为抗酸性细菌,一般染色法不易着色,须用抗酸染色法。此法用5%石炭酸复红液,加温及延长染色时间,使细菌染