

军医专业五年制试用教材

医用微生物学

医用微生物学教研室編

中国人民解放军第一军医大学

目 录

緒 論	1—3
-----	-----

第一篇 細菌学总論

第一章 細菌的形态与結構	4	第一节 細菌的侵袭力	20
第一节 細菌的形态	4	第二节 細菌的毒素	21
第二节 細菌的結構	4	第三节 細菌侵入机体的数量 和部位	25
第三节 細菌形态学检查	8	第四章 細菌的分布与消毒灭菌	27
第二章 細菌的生长与繁殖	9	第一节 細菌的分布	27
第一节 細菌的化学組成	9	第二节 消毒灭菌	29
第二节 細菌生长繁殖的条件	13	第五章 細菌的变异性	41
第三节 細菌的繁殖	14	第一节 細菌的变异性	41
第四节 細菌的代謝	16	第二节 細菌变异的基本原理	43
第五节 細菌的人工培养法	19	第三节 細菌变异的实际意义	48
第三章 細菌的致病性	20		

第二篇 免疫学基础

第六章 免疫学概述	49	第二节 抗传染免疫	72
第一节 免疫的基本概念	49	第三节 抗传染性免疫发生发展的影 响因素	73
第二节 机体的免疫系统	50	第九章 变态反应	76
第三节 抗原	54	第一节 变态反应的概念	76
第四节 免疫反应的形成过程	57	第二节 各型变态反应	77
第七章 非特异性免疫与 特异性免疫	59	第三节 变态反应的防治原则	83
第一节 非特异性免疫	59	第十章 免疫学的应用	86
第二节 特异性免疫	64	第一节 免疫学诊断	86
第八章 抗传染性免疫	71	第二节 免疫学防治	93
第一节 传染及其类型	71		

第三篇 細菌学各論

第十一章 病原性球菌	100	第二节 付溶血弧菌	131
第一节 葡萄球菌	100	第十五章 分枝杆菌属	132
第二节 链球菌	103	第一节 结核杆菌	132
第三节 肺炎双球菌	105	第二节 非典型分枝杆菌	136
第四节 奈瑟氏菌属	107	第三节 麻风杆菌	137
第十二章 厌氧芽胞杆菌	111	第十六章 棒状杆菌属	138
第一节 破伤风杆菌	111	第一节 白喉杆菌	138
第二节 气性坏疽病原菌	112	第二节 类白喉棒状杆菌	141
第三节 肉毒杆菌	115	第十七章 流感杆菌与百日咳杆菌	142
第十三章 肠道杆菌	117	第一节 流感杆菌	142
第一节 大肠杆菌	117	第二节 付流感杆菌	143
第二节 沙门氏杆菌	118	第三节 郭一魏二氏杆菌	143
第三节 痢疾杆菌	122	第四节 百日咳杆菌	143
第四节 变形杆菌属	124	第十八章 动物疫源菌	146
第五节 绿脓杆菌	125	第一节 炭疽杆菌	146
第六节 肺炎杆菌	126	第二节 鼠疫杆菌	149
第七节 粘球杆菌	126	第三节 布氏杆菌	151
第十四章 霍乱弧菌	128	第四节 土拉杆菌	152
第一节 霍乱弧菌	128	第五节 马鼻疽杆菌	153

第四篇 病毒及其它微生物

第十九章 病毒学总論	155	第二节 麻疹病毒	174
第一节 病毒的形态与结构	155	第三节 腮腺炎病毒	175
第二节 病毒的繁殖与培养	158	第四节 腺病毒及其它呼吸道病毒	176
第三节 病毒的抵抗力与变异	160	第二十一章 肠道病毒和	
第四节 病毒的传染	162	肝炎病毒	179
第五节 机体对病毒感染的免疫性	164	第一节 肠道病毒	179
第六节 病毒感染的微生物学检查		第二节 肝炎病毒	182
标本采取及送检原则	167	第二十二章 痘类病毒和	
第七节 病毒感染的防治	169	疱疹病毒	189
第二十章 呼吸道病毒	171	第一节 痘类病毒	189
第一节 流行性感冒病毒	171	第二节 疱疹病毒	192

第二十三章 虫媒病毒和		
其它病毒	197	
第一节 虫媒病毒	197	
第二节 其它病毒	202	
第二十四章 衣原体和支原体	206	
第一节 衣原体	206	
第二节 支原体	209	
第二十五章 立克次体	212	
第一节 立克次体通性	212	
第二节 斑疹伤寒立克次体	214	
		第三节 恙虫病立克次体215
		第四节 Q热立克次体217
	第二十六章 病原性螺旋体	218
	第一节 钩端螺旋体	218
	第二节 回归热螺旋体	221
	第三节 梅毒螺旋体	223
	第二十七章 真菌和放线菌	225
	第一节 真菌	225
	第二节 病原性放线菌	232

緒 论

一、微生物的种类与特点 微生物 (Microorganisms) 是肉眼看不见的, 必须用光学显微镜或电子显微镜才能观察的微小生物。

微生物的种类很多, 包括有细菌、支原体、立克次体、衣原体、病毒、螺旋体、真菌和放线菌等八种。

微生物的共同点简述如下:

(一) 体积微小 一般微生物的大小, 须用微米或毫微米来计算。例如细菌小于 1 微米 (Micrometer), 病毒最小者可达 20 毫微米。故观察细菌用光学显微镜, 而病毒则需用电子显微镜才能看到。

$$1 \text{ 微米} (\mu) = 1 / 1000 \text{ 毫米} (\text{mm})$$

$$1 \text{ 毫微米} (\text{m}\mu) = 1 / 1000 \text{ 微米}$$

(二) 结构简单 除真菌是多细胞生物外, 大多数微生物都是单细胞生物。病毒没有细胞结构, 只是由核蛋白组成。

(三) 繁殖迅速 微生物的繁殖速度极快, 例如大肠杆菌在适合的培养环境中, 每 20 分钟繁殖一次, 即由一个细菌分裂为两个细菌, 10 小时后, 一个细菌可繁殖成 10 亿个细菌。

(四) 分布广泛 在自然界, 微生物广泛分布, 土壤、空气、水、动植物体表以及与外界相通的腔道如呼吸道、消化道等, 均有种类繁多的微生物。

二、微生物的地位与人类的关系

(一) 微生物的地位 现在一般将生物分为六类群, 即病毒界、原核生物界、真核原生生物界、真菌界、植物界和动物界。而微生物可分别归属于以下几类群:

1. 病毒 属于病毒界, 是极微小的生物, 没有细胞形态, 体内只含 DNA 或 RNA, 无独立的代谢系统。只能在特异的宿主细胞内, 营严格的寄生生活, 以复制方式增殖, 不能在人工培养基上生长, 对抗菌素不敏感。

2. 细菌、衣原体、立克次体、支原体、螺旋体和放线菌均属原核生物界, 它们均具有一般细菌的形态, 细胞内同时具有 DNA 和 RNA, 无核膜和核仁, 缺乏细胞器, 以二分裂法繁殖。

3. 真菌 属于真菌界, 具有典型的细胞结构, 有明显的细胞核、核膜、核仁、染色体和完整的细胞器。并由菌丝构成菌丝体。病原性真菌以无性孢子繁殖。

(二) 微生物与人类的关系 微生物中绝大多数对人和动植物的生活是有益的。在自然界中, 有许多物质是靠微生物的作用进行的。例如, 土壤中的微生物, 能将动物、

植物的尸体及一些含有蛋白质的物质转化为无机含氮化合物，如硝酸盐，然后为植物所利用，转化为有机的氮化合物，组成植物蛋白。此外，空气中的大量氮气，依靠固氮菌等作用后，才能被植物利用。因之，微生物在农业上，除可做菌肥外，还可做为植物生长激素，杀虫剂。在工业方面，用于发酵、食品、石油、冶金、医药工业等，现在应用越来越广泛。由此可见，微生物在人类生活中是一种必不可少的生物。但也还有一小部分微生物能使人类或动植物发生疾病，这些具有致病性的微生物，称为病原微生物。

三、医学微生物学 (Medical microbiology) 的发展 医用微生物学是研究各种病原微生物的特性，及其在一定环境条件下与人体相互作用规律的科学。

微生物学的发展比其它科学为晚，它是在社会经济、生产技术和其它科学发展达到一定水平以后，才发展起来的。虽然微生物学发展较晚，但古代人民早就应用微生物于生产实践中了，如在公元前12世纪时，我国已经知道酿酒、制醋等。在16世纪时，即有人主张传染因素是活的，传播方式有直接、间接及通过空气几种方式。机体免疫现象，在古代也已被人们察觉，由于观察到患过天花的人不会再患天花，因此早在明朝，我们的祖先就用天花病人身上的痘痂接种于儿童鼻孔中，来预防天花，为后来的人工免疫法奠定了基础。

上述事实说明，在人类发现微生物之前，就已推测到自然界存在着肉眼看不见的微小生物，它们与疾病有关。我国和外国古代书籍中关于这种概念的记载很多，这些记载可以说是微生物学的渊源。

17世纪正是欧洲产业革命时期，由于航海贸易的发达，要求改善光学仪器，以满足航海的需要。因此，玻璃研磨工作达到了相当水平创造了有扩大能力的显微镜，于是观察到肉眼所不能看见的微生物。发现微生物有球形、杆形和螺旋形三种主要形态，从而对微生物才有了科学的、正确的认识。但以后细菌学长期仍停留在形态学的描述。

19世纪初期，伴随着科学与技术的蓬勃发展，微生物学也有了长足的进步，发现了微生物的发酵及腐败作用，证明微生物之间不仅有形态上的差别，而且在生物学特性上，也各有不同。由于这些研究，在微生物学中，开始了生理学时代，自此微生物学始成为一门独立的科学。

同时，由于微生物学技术的发展，利用固体培养基分离细菌，获得了纯种，并运用苯胺染料使细菌着色，便于在显微镜下观察细菌的形态和结构。相继发现了结核杆菌、霍乱弧菌、白喉杆菌、伤寒杆菌、破伤风杆菌、脑膜炎双球菌、鼠疫杆菌等，使人们对病原菌与疾病的关系有了进一步了解。

1892年首先发现烟草花叶病毒，以后又相继发现许多病毒，并逐渐成为一门独立科学——病毒学。

在免疫学应用方面，采用牛痘苗接种，解决了天花的预防问题。随后学者们提出减毒活疫苗，并制炭疽疫苗、狂犬疫苗，以预防疾病。并将抗毒素应用于临床，创立了血清学疗法，在免疫理论方面提出了体液免疫及细胞免疫学说，并逐渐形成了免疫学。

随着物理学及化学的突飞猛进，现代医用微生物学已深入细胞水平及分子水平。幸

涉到医学各个学科，成为多学科协同研究的课题。由于电子显微镜和超薄切片技术的应用，细菌细胞学研究已提高到亚微结构水平；由于各种生物化学技术的建立，细菌生理学的探讨正在逐步深入，而且对细菌的形态结构与生理功能之间的关系，也有所了解；由于组织培养技术的改进，新的病毒不断发现；在免疫学方面，各种有效的生物制品陆续提出，血清学技术的运用日益广泛。免疫学理论研究水平迅速提高；化学治剂和抗菌素不断出现新品种，在传染病防治上起了巨大作用。

四、新中国微生物学的成就

解放后，在党和政府的领导下，广大卫生工作者依靠和发动群众，对严重危害人民健康的传染病，展开大规模的防治工作。在全国范围内基本控制和消灭了天花、霍乱和人间鼠疫。流行性乙型脑炎、猩红热、白喉、脊髓灰质炎、麻疹、伤寒等传染病的发病率也大为下降，麻风病基本控制。梅毒和淋病在很多地区已基本消灭。

制造预防传染病的生物制品方面，无论是品种，数量或质量均有发展。重要疫苗和血清的生产，已满足国内预防接种、诊断和治疗的需要，并在质量上有了很大的提高。

科研方面，在国际上我国首先成功地分离培养了沙眼病毒。最先发现亚洲甲型流感病毒。在流行性乙型脑炎病毒、麻疹减毒活疫苗、流行性出血性角结膜炎的病原体、中草药防治传染病，新抗菌素生产等诸方面的研究都取得一定成绩。

五、医学微生物学发展方向 我国在医学微生物学方面，虽取得了一定成绩，但根据人民的要求，还存在着很大差距。今后应加强以下几个方面的研究。

（一）重视微生物基础理论方面研究，同时改进设备，广泛采用新技术，逐步做到试剂、动物、细胞的标准供应。并寻找早期快速诊断微生物的方法。

（二）改进已有疫苗，研制新疫苗，如肝炎疫苗等的研制，早日控制和消灭危害人民健康的传染病作出重要贡献。

（三）加强免疫学的研究，对与免疫有关的疾病的防治、诊断、机理及免疫新技术的广泛应用。

（四）加强细菌遗传工程的研究，应用遗传工程，治疗遗传缺陷病，制备干扰素、疫苗、免疫球蛋白等生物制品。

六、学习医学微生物学的目的和任务 在于掌握医学微生物学的基本理论，基本知识和基本技术。提高传染病的检验诊断，特异预防及特异治疗的有效方法与措施。以达到控制和消灭危害人类传染病的目的。并给与微生物有关的其他医学科学，打下基础和充实其内容，推动医学科学的进步。为提高人民健康而奋斗。

医学微生物学同其他科学一样，在不同社会制度下为不同阶级服务。帝国主义战争罪犯，曾利用病原微生物制成生物武器，杀害广大人民。日本帝国主义在侵略我国战争中，在浙江宁波，湖南常德等地使用鼠疫，霍乱等烈性病原菌做为屠杀我国人民的武器。美帝国主义在侵略朝鲜战争中，也曾朝鲜北部和我国东北地区，使用生物武器。当前苏联社会帝国主义仍在研究攻击性生物战剂。我们必须提高警惕，学习并掌握微生物学知识，做好粉碎敌人生物战争的准备。

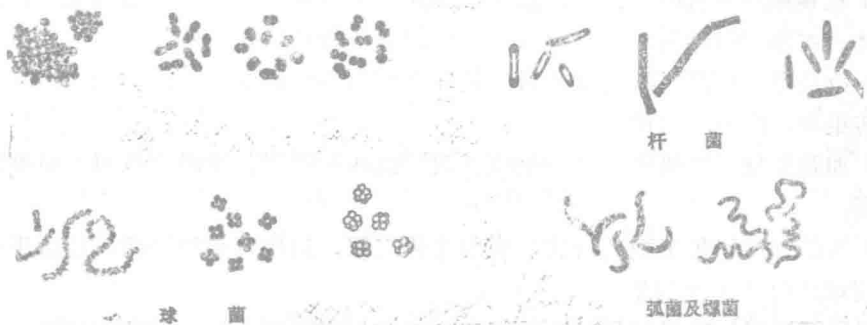
第一篇 細菌学总論

第一章 細菌的形态与結構

細菌 (Bacteria) 的种类很多。各种細菌在一定环境下, 有相对恒定的形态与結構。細菌的結構与細菌在宿主体内的繁殖、致病、免疫等特性有密切关系。了解細菌的形态、結構特点, 对細菌的致病性、免疫性发生的机理, 诊断疾病等方面都有一定意义。

第一节 細菌的形态

細菌的种类虽多, 形态也各不相同。但根据外形, 可归纳为三类基本形态, 即球菌、杆菌和螺形菌三类 (图 1—1)。



(图 1—1) 各种球、杆菌、螺形菌的形态

一、球菌 (Cocci) 菌体呈球形或近似球形, 按其分裂方式和分裂后的排列方式不同, 又可分为

- (一) 双球菌 由一个平面分裂, 分裂后两个菌体成对排列, 如脑膜炎双球菌。
- (二) 链球菌 由一个平面分裂, 分裂后的菌体相连成链状, 如链球菌。
- (三) 四联球菌 由二个垂直的平面分裂, 分裂后四个菌体排在一起。
- (四) 八迭球菌 由上下、左右、前后三个垂直平面分裂, 分裂后八个菌体排在一起。
- (五) 葡萄球菌 由多个平面作不规则的分裂, 分裂后菌体聚集在一起如葡萄状。

二、杆菌 (Bacillus) 菌体呈杆状，长短、大小不一。

(一) 球杆菌 菌体短粗接近卵圆形，如鼠疫杆菌。

(二) 链杆菌 菌体分裂后，仍连在一起呈链状，如炭疽杆菌。

(三) 棒状杆菌 菌体末端膨大如白喉杆菌。

(四) 分枝杆菌 菌体生成侧枝如结核杆菌。

三、螺旋菌 (Spirillarbacteria) 菌体弯曲，可分为两类：

(一) 弧菌 (Vibrio) 菌体只有一个弧形的弯曲呈逗点状，如霍乱弧菌。

(二) 螺菌 菌体可有数个弯曲，较为坚硬，如鼠咬热螺菌。

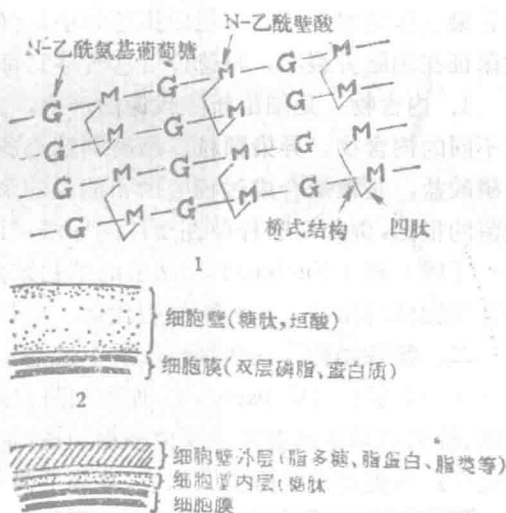
第二节 细菌的结构

细菌是单细胞微生物，其结构可分为基本构造和特殊构造。

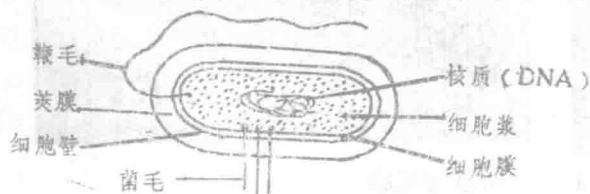
一、基本结构 是指各种细菌共有的结构。大致与植物细胞的结构相似，主要有以下几个部分 (图 1—2)

(一) 细胞壁 (Cell Wall)：是细菌细胞表面的一种坚韧而富有弹性的结构。其主要功能是保持各种细菌细胞的固有形态。具有半渗透性与细胞膜共同维持细菌与外界的物质交换。细胞壁的化学组成比较复杂，随细菌不同而异。一般是由糖类，蛋白质和脂类镶嵌排列组成。革兰氏阳性菌细胞壁的化学成分，是由糖肽和垣酸组成。糖肽约占细胞壁重量的50—80%。糖肽是由N—乙酰胺氨基葡萄糖、N—乙酰壁酸、四肽所构成，其中N—乙酰胺氨基葡萄糖和N—乙酰壁酸是以 $\beta-1, 4$ 键相连，并相互交替形成葡聚糖的线状多聚体骨架，各条线状多聚体之间再由短肽交联成“桥”式结构。此种结构有多层，故整个细胞壁呈网状，网孔间填以多糖，此外还含垣酸。

革兰氏阳性细菌的细胞壁，分有两层，外层由脂多糖、脂蛋白和蛋白质等组成。脂多糖和其抗原性有关。内层比较薄而硬，由糖肽组成。(图 1—3)



(图 1—2) 细菌细胞壁的结构



(图 1—3) 细菌的基本构造

(二) 细胞膜 (Cellmembrane) 是在细胞壁内, 围绕胞浆周围的一层半渗透性薄膜。细胞膜的化学组成均为蛋白质和脂质等。细胞膜上含有很多的特异酶、阴离子和阳离子。其主要功能是选择吸收养料, 排泄废物, 维持渗透压平衡, 合成酶类等。

(三) 细胞浆 (Cytoplasm) 为在细胞膜内的一种液状胶体化合物。其组成成份是蛋白质、核酸、脂类以及酶系统, 是进行新陈代谢的场所。如用物理或化学方法, 使细胞浆的蛋白质变性, 细菌的生命也就停止。细胞浆内含一些物质, 现将主要的简述如下:

1. 核糖体 (ribosome) 是散在细胞浆中的一种粒状物质, 其化学成份40%为蛋白质, 60%为RNA。细菌细胞中的核糖核酸有90%存在于核糖体内。当与mRNA (信息核糖核酸) 连成多聚核糖体, 就成为合成蛋白质的场所。

2. 中介体 (mesosome) (拟线粒体) 为细胞浆中的主要膜状结构, 是由细胞膜内陷折叠而成, 中介体有两型: 一为横隔中介体, 细胞分裂形成横隔时发生作用。另一型为侧中介体, 位于侧面。中介体主要功能目前认为与细胞壁的合成, 核质分裂, 细菌呼吸以及芽胞菌形成芽胞等有关。

3. 质体 (plasmids) 是一种微小的染色体外的遗传物质, 呈环状双股DNA小块, 具有染色体的很多特性。但比染色体小, 仅有50—100个基因, 在细胞浆中能自行复制。故保证在细胞分裂时, 将遗传信息转移到每一个子代细胞。

4. 内含物 是细菌新陈代谢的产物, 或是贮备的营养物质。各种不同的细菌, 可有不同的内含物。异染颗粒、脂类颗粒与多糖颗粒等较多见。其中异染颗粒含有大量的多磷酸盐, 是核酸合成过程中磷和能量的来源。异染颗粒的形状及位置, 可以做为鉴别细菌的根据, 例如白喉杆菌在菌体的一端或两端有异染颗粒 (Metachromatic granules)。

(四) 核 (Nucleus) 细菌的细胞浆内含有DNA的独立结构, 无核膜, 故称核质。具有细胞核的功能。是细菌细胞代谢、生长繁殖、遗传和变异的必需物质。

二、特殊结构 某些细菌除有上述基本结构外, 还有下列特殊结构。

(一) 荚膜 (Capsule) 许多细菌在细胞壁外面, 包围一层较肥厚的粘性物质叫做荚膜。肺炎双球菌的荚膜主要由多糖组成, 而各型肺炎双球菌荚膜的多糖结构也不一样。炭疽杆菌的荚膜主要由多肽组成。荚膜不易着色, 须用特殊染色法才能着色 (图1—4)。



图1—4 细菌的荚膜

荚膜的形成与细菌所处的环境有关，一般在机体内和营养丰富的培养基中容易形成，在人工培养基中则多消失。

荚膜可阻止吞噬细胞对细菌的吞噬和消化。荚膜多糖尚可抑制体液中溶菌酶的作用，从而增加细菌对机体的侵袭力，便于细菌在机体内大量生长繁殖，引起病理损害。因之，荚膜与细菌的致病力有关。如没有荚膜的变异株缺乏侵袭力，故多丧失或减弱致病力。

荚膜对抗吞噬作用的机理，目前还不十分清楚，可能是由于荚膜粘液层比较光滑，因而不易为吞噬细胞所捕捉。也可能是由于荚膜表面的含水胶体带的电荷，与吞噬细胞的伪足的细胞膜所带电荷发生相斥的结果。

(二) 鞭毛 (Flagella) 某些细菌可从胞浆内长出比菌体长数倍的细长丝状物称鞭毛。鞭毛的化学成份主要是蛋白质，还含有少量糖类和脂类，现证明鞭毛蛋白的氨基酸组成与横纹肌中的肌动蛋白相似 (图 1—5)。

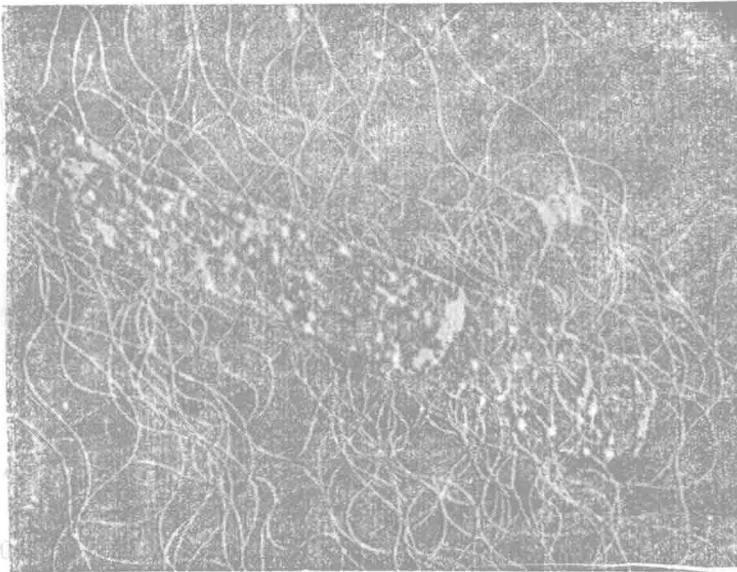


图 1—5 细菌的鞭毛

左图 电镜照片

右图 模式图

具有鞭毛的细菌可进行活泼的运动。而没有鞭毛的细菌则具有勃郎氏运动。例如伤寒杆菌有鞭毛能运动，而痢疾杆菌没有鞭毛则不能运动。因之，可借此作为鉴别诊断。

(三) 菌毛 (Fimbriae或Pili) 某些革兰氏阴性杆菌，例如沙门氏菌、痢疾杆菌、变形杆菌、大肠杆菌的某些菌株，由菌体表面伸出比鞭毛小数倍的丝状物，称菌毛。菌毛可分普通菌毛和性菌毛两种。菌毛与细菌的抗原特性、致病性、遗传有关 (图 1—6)。

(四) 芽胞 (Spore) 某些细菌在一定的环境条件下，由于细胞浆脱水，浓缩，在菌体内形成一个折光性强的圆形或椭圆形的小体称为芽胞。当芽胞成熟后，菌体即逐渐

破坏，消失而芽胞游离。芽胞形成的条件非常严格，条件又随菌种而异，例如破伤风杆菌在无氧的情况时，才能生成芽胞，而炭疽杆菌只有接触氧气时，才能产生芽胞。

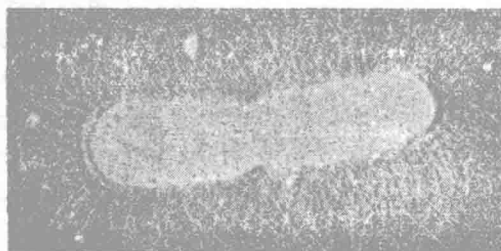


图 1—6 细菌的芽胞

一个细菌的繁殖体，只能形成一个芽胞，产生芽胞后的细菌立即丧失繁殖能力。芽胞在适宜的条件下，可发芽成为繁殖体，重新进行生长繁殖。一个芽胞只能形成一个菌体，芽胞没有繁殖的能力。

细菌的芽胞在医疗实践中的意义如下：

1. 由于各种细菌的芽胞形状、大小以及在菌体内的位置不同，可以做为细菌的辅助鉴定的依据，如破伤风杆菌的芽胞呈圆形比菌体大，位于顶端，使细菌形成鼓槌状。炭疽杆菌的芽胞比菌体略小，椭圆形，位于菌体中央（图 1—7）。

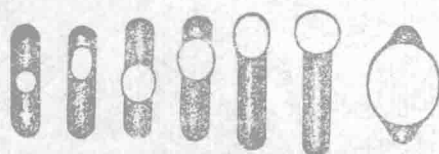


图 1—7 细菌各种芽胞的形状

2. 芽胞的壁是由两层坚韧而致密的膜所组成。外层含有较多的脂质，通透性低，故杀菌药液不易透入。胞浆内含水分少，芽胞内酶的耐热性较繁殖体强，不易为热所凝固。因而芽胞对温度、干燥、化学药品等的抵抗力强。如无芽胞细菌的繁殖体煮沸10—15分钟，即可杀死。而细菌的芽胞须经15磅（温度 121°C ）20分钟高压蒸汽灭菌，才能被杀死。故在医疗实践中，如外科手术所用器械、物品，检查微生物时所用器皿均以杀死芽胞为灭菌的标准，以免发生意外感染。

第三节 细菌形态学检查

细菌的形态与结构的观察，须用显微镜检查法。进行普通光学显微镜检查时，可使用不染色标本与染色标本。不染色标本适用于检查细菌的自然形态与大小。观察细菌的结构与染色性能，须用染色标本。而细菌的细微结构必须应用电子显微镜进行观察。

一、不染色标本检查法 常将细菌培养液置于玻片与盖玻片之间，制成悬滴标本或压滴标本，观察细菌的生活状态和运动。也可应用负染色法，检查细菌形态与大小，做法是被检细菌与墨汁或刚果红染液混合制成标本。

二、染色标本检查法 可应用此法观察细菌的形态、大小及构造。细菌的等电点在pH 2—5之间，故在硷性、中性或弱酸性溶液中，细菌均带阴电荷。所以染色标本常用带阳电的硷性苯胺染料，如美兰、硷性复红、结晶紫等。有时也可用中性复合染料如姬姆萨氏与瑞特氏染料。根据使用染料多少，将染色方法分为简单和复杂染色法两种。

(一) 简单染色法 只用一种染料染色，如美兰或复红，此法仅观察细菌的形态与排列。

(二) 复杂染色法 使用两种以上的染料染色，可显示细菌的特殊构造和染色特性。有鉴别细菌的作用，如革兰氏染色法，抗酸染色法，均为常用的方法。

1. 革兰氏 (Gram) 染色法 先用龙胆紫或结晶紫液染色，再加碘液媒染，以酒精退色，最后用稀释复红或沙黄复染，凡不被酒精退色，而保留紫色的细菌，称为革兰氏阳性菌，如葡萄球菌、链球菌、炭疽杆菌等。若被酒精脱色而被复染液染成红色的细菌，称为革兰氏阴性菌，如脑膜炎双球菌、伤寒杆菌、霍乱弧菌等。革兰氏染色的原理尚未完全明了，一般认为有以下几个方面：

(1) 革兰氏阳性菌的等电点 (pH 2—3) 比阴性菌 (pH 4—5) 为低，故在同一pH中，阳性菌所带的阴电荷较多，与硷性染料结合力较强。

(2) 革兰氏阳性菌的体内含有核糖核酸镁盐，媒染液中碘进入菌体后，能与它结成交合物，使已着色的细菌不易脱色。

(3) 脱色剂酒精容易透入阴性菌体内，溶解染料和碘的复合物使细菌脱色，因而被复染液染成红色。

革兰氏染色法在医疗实践中的意义如下：

(1) 鉴别细菌 应用革兰氏染色法，可将细菌分成革兰氏阳性菌，与革兰氏阴性菌两大类。现将常见病原菌的革兰氏染色性能列表如下：(表 1—1)

(2) 选择药物 革兰氏阳性菌与革兰氏阴性菌的细胞壁结构不同，因而对抗菌素敏感度也不一致。如绝大多数革兰氏阳性菌对青霉素敏感，而革兰氏阴性菌大多数对青霉素不敏感。故菌的革兰氏染色性，可供临床实践中选用抗菌素的参考。

(3) 与致病性的关系：大多数革兰氏阳性菌的致病物质主要是外毒素，而大多数革兰氏阴性菌的致病物质主要是内毒素。

2. 抗酸染色法 抗酸性杆菌如结核杆菌、麻风杆菌等，用革兰氏染色法不易着色，须用石炭酸复红加温或延长染色时间，着色后不易被 3% 盐酸酒精脱色。再用美兰复染时，不着兰色，仍保留红色。非抗酸性细菌易被盐酸酒精脱色，美兰复染成兰色。故可用此法鉴别抗酸性杆菌与非抗酸性杆菌。

目前认为抗酸菌含有分枝菌酸，能和石炭酸复红牢固结合，故不易被盐酸酒精所脱色。同时细胞膜有阻止染料和石炭酸复合物扩散到细胞外的作用，故不易脱色。如果细

胞破裂时，则抗酸性亦消失。

表1—1 常見病原菌的革兰氏染色性

染色性 菌名	革兰氏阳性菌	革兰氏阴性菌
球 菌	葡萄球菌、链球菌、肺炎双球菌、 四联球菌	脑膜双球菌、淋病双球菌、卡他球 菌、干燥奈氏球菌、黄色奈色球菌、 肥隆氏厌氧双球菌
杆 菌	破伤风杆菌、产气荚膜杆菌、水肿 杆菌、败毒杆菌、溶组织杆菌、肉毒 杆菌、结核杆菌、非典型分枝杆菌、 麻风杆菌、白喉杆菌、类白喉杆菌、 短小棒状杆菌、炭疽杆菌、类炭疽杆 菌	大肠杆菌、沙门氏杆菌、痢疾杆 菌、变形杆菌、绿脓杆菌、肺炎杆 菌、粘球菌、流感杆菌、郭一魏二 氏杆菌、百日咳杆菌、付百日咳杆 菌、鼠疫杆菌、假结核杆菌、布氏杆 菌、土拉杆菌、马鼻疽杆菌
弧 菌		霍乱弧菌、埃尔脱弧菌、付溶血弧 菌
其 他	放线菌 真 菌	螺旋体 支原体

三、显微镜的种类 显微镜的种类很多，仅就微生物范围内，常用的介绍如下：

(一) 普通光学显微镜 (Light microscope) 所用光源是日光或灯光，在普通显微镜下观察的物质。只有当它们的大小超过肉眼所能感受的光波一半时，才可以看到。光谱中所能见到的光带大约从400毫微米开始。波长的一半是200毫微米，如果细菌小于0.2微米时，普通显微镜便看不清楚。

(二) 暗视野显微镜 (Dark field illumination) 是将普通显微镜的集光器，换以暗视野集光器；将暗视野集光器中间遮暗，使光线不能直接透过集光器上升，因而视野是黑的。但经集光器周缘或斜角反射的光线，可集中到菌体上折射到物镜内，故菌体发亮可见。暗视野经常用于检查不染色的活细菌及其动力，特别适用于螺旋体的检查。

(三) 相差显微镜 (Phase microscope) 在检查未染色细菌时，因细菌的折光性和周围折光性相差不多，所以在普通显微镜下就看不清楚。若用暗视野显微镜虽能看到，但细菌发光，不易看清内部构造。相差显微镜可以弥补这两种显微镜的缺点。

相差显微镜是利用一块相差板的光栅，改变直射光相与振幅，使标本背地变成灰色或暗色。由于标本中折光性不同的各个结构，引起了光相的差别，呈现鲜明的对比，易于检查。

(四) 荧光显微镜 (Flourescence microscope) 所用光源是紫外线，荧光素用紫外线照射时，能改变肉眼不可见光为可见光，也就是能发出萤光。若将标本上细菌用萤光素染色时，放在萤光显微镜下检查，就可以看到视野的背景是黑色，而细菌发出闪耀的萤光。萤光染色法已用于各种微生物，现多用萤光素与特异性抗体结合所形成的萤光

第二章 細菌的生长与繁殖

細菌和其他生物一样，在一定条件下，生长繁殖并不断进行新陈代谢，维持生命活动。我们研究此种规律，对帮助传染病的诊断，了解細菌的致病作用，提高化学药物和抗菌素的疗效，提高生物制品的质量，都有重要的意义。

第一节 細菌的化学组成

細菌的化学组成和其他生物细胞相似，含有水份、蛋白质、糖类、脂类和矿物质等，但各种成分随細菌的种类、菌令、培养基的组成和培养条件而不同。组成細菌的各种物质如下：

一、水份 水是細菌最基本的组成成份。水是菌体内各种物质的溶剂。在有水的情况下，菌体才能进行新陈代谢。一般菌体内含水量达75~85%，芽胞含水量较少，约为40—50%。

二、蛋白质 是細菌的主要成分，一般的固形成分约为50%左右。細菌体内含有球蛋白、白蛋白、核蛋白、脂蛋白、糖蛋白等。核蛋白的含量，可达蛋白质总量的1/3—1/2。細菌体内酶类主要由蛋白质组成。

三、核酸 核酸有两种，即核糖核酸（RNA）与脱氧核糖核酸（DNA）。菌体含有这两种核酸。核糖核酸主要存在于细胞浆中，与菌体蛋白质合成有密切关系。脱氧核糖核酸则主要存于核质中。在細菌的遗传变异方面，起重要作用。核酸通常与蛋白质结合成为核蛋白。

四、糖类 约占固形成分的10—30%，其中2.6~8%构成核糖存于核酸中，其余大部分为多糖。多糖或以游离状态存在，或与蛋白质及脂类结合形成复合物，主要存在细胞壁。多糖与类脂结合组成細菌的内毒素。荚膜多数由多糖组成。

五、脂类 为中性脂肪、脂质、磷脂及脂肪酸的混合物。存在于细胞壁、胞浆膜及胞浆内。各种細菌脂类的含量差别很大，大肠杆菌脂类占菌体干重10—15%。分枝杆菌可超过30%。磷脂是細菌细胞膜的成份，与细胞膜的通透性有关。

六、无机盐类 种类很多，占固体成份10%左右，以磷与钾为最多，此外还有硫、钙、镁、铁、钠、氯及锰等。这些无机盐类构成菌体成份，维持酶的活性和调节渗透压等。

七、其它 菌体内尚有维生素、色素等有机化合物，

第二节 细菌生长繁殖的条件

一、营养物质 细菌生长繁殖，必须摄取一定的营养物质，供给菌体的组成和代谢活动中能量的消耗。另一方面利用这些营养物质，综合菌体本身的成份。

(一) 水分 水是良好的溶剂，细菌的吸收，分泌和排泄等都是以水为媒介，细菌的许多生化反应，必须有水方能进行。

(二) 盐类 无机盐类的功用，主要是构成菌体成份，维持酶的活性和调节渗透压。且可做为自养菌的能源，一般在人工培养细菌时，含有钾、钠、镁、铁、硫酸盐、磷酸盐、氯化物等即可。

(三) 碳和氮化合物 各种细菌的合成能力不同，对碳和氮要求亦异。自养菌可利用无机的碳和氮作为营养来源。异养菌必须供给其适量的蛋白胨、氨基酸及糖类才能生长。

(四) 生长因子 许多细菌需要生长因子，主要是维生素B族化合物，此种化合物组成酶的一部分。此外，有些细菌生长时必须有生长因子。例如流行性感胃杆菌、除需要一般营养物外，还需要供给血液，才能生长。因为血液中，含有其必要的生长因子，如辅酶Ⅰ、辅酶Ⅱ、氯高铁血红蛋白等。

二、酸硷度 大多数细菌生长最适宜酸硷度为中性或弱硷性，即pH7.2~7.6。过酸或过硷的环境，对细菌生长不利。个别细菌如乳酸杆菌在pH3—5的环境中生长良好。霍乱弧菌则能在pH8.4—9.2的环境中生长繁殖。这是因为各种细菌体内酶系统活动所需的最适pH不同。并且各种细菌胞膜通透性对pH的敏感度也不同。

三、温度、湿度与渗透压 病原性细菌最适宜生长繁殖的温度是37℃，低温能使细菌停止发育，而高温则能杀灭细菌。

一定的湿度也是细菌发育必须的条件，可使营养物质渗透到菌体内，干燥不利于细菌的生长。

细菌生长繁殖，最适宜的渗透压是生理浓度的氯化钠溶液(0.85—0.9%)，过高或过低的盐溶液，可阻止细菌生长或使其死亡。

四、气体 细菌生长所需要的气体，主要是氧和二氧化碳。由于细菌所含酶类的不同，故对氧的需要程度亦异，因之可将其分为三大类：

(一) 需氧菌 这类细菌需在有氧的环境中，才能生长繁殖，因其具有细胞色素及细胞色素氧化酶，可将物质中被脱下来的氢或电子最后传递给分子氧来完成整个氧化过程。并具有过氧化氢酶及过氧化物酶，能分解代谢过程中所产生妨碍生长的过氧化氢和过氧化物。

(二) 厌氧菌 此类细菌需在无氧的环境中，才能生长繁殖。因其缺乏细胞色素及细胞色素氧化酶，不能氧化高电势的物质。并缺乏过氧化氢酶和过氧化物酶，故不能迅速除去代谢过程中所产生妨碍生长的过氧化氢和过氧化物。此外在有氧环境中硫氢基