

医学微生物学

(留学生用)

北京医学院微生物教研组

1975.4

目 录

第一篇 细菌学总论	(1)
绪 言	(1)
第一章 细菌的基本特性	(2)
第一节 细菌的形态与结构	(2)
一、细菌的形态	(3)
二、细菌的基本结构	(3)
三、细菌的特殊结构	(3)
四、细菌的染色法	(6)
第二节 细菌的繁殖与培养	(11)
一、细菌的繁殖与代谢的特点	(11)
二、细菌的人工培养	(11)
三、细菌的代谢产物	(12)
第三节 细菌的致病性	(13)
一、细菌表层结构的抗吞噬作用	(13)
二、细菌的代谢产物与致病力的关系	(13)
三、细菌的致病条件	(15)
第四节 细菌的变异性	(17)
一、细菌耐药性的变异	(17)
二、细菌致病性的变异	(18)
第二章 消毒与灭菌	(18)
一、消毒与灭菌的基本概念	(18)
二、常用的灭菌方法	(19)
第二篇 免疫学	(23)
第一章 机体的免疫系统	(23)
第一节 传染与免疫的概念	(23)
第二节 机体的非特异性免疫	(25)
第三节 特异性免疫	(26)
第四节 机体免疫系统的组织结构	(26)
第二章 机体的免疫反应	(26)
第一节 抗原	(1)
第二节 体液免疫反应	(5)
第三节 细胞免疫反应	(2)

第四节	免疫反应的生理功能	(44)
第三章	免疫病理	(46)
第一节	变态反应	(47)
第二节	自身免疫	(51)
第三节	移植免疫	(55)
第四节	肿瘤免疫	(58)
第五节	免疫缺损病	(61)
第六节	免疫增殖性疾病	(66)
第四章	免疫学诊断	(69)
第一节	血清学反应的基本原理	(69)
第二节	凝集反应	(71)
第三节	沉淀反应	(72)
第四节	补体结合反应	(72)
第五节	免疫荧光法	(73)
第六节	皮肤试验	(74)
第五章	免疫预防	(74)
第三篇	常见病原菌的基本特性	(85)
第一章	化脓性球菌	(85)
第一节	葡萄球菌	(85)
第二节	链球菌	(87)
第三节	肺炎双球菌	(88)
第四节	脑膜炎双球菌	(88)
第二章	肠道病原菌	(89)
第一节	痢疾杆菌	(90)
第二节	伤寒杆菌	(92)
第三节	霍乱弧菌	(95)
第三章	呼吸道病原菌	(95)
第一节	结核杆菌	(96)
第二节	白喉杆菌	(98)
第三节	流行性感冒杆菌	(99)
第四节	百日咳杆菌	(100)
第四章	创伤、烧伤感染病原菌	(101)
第一节	创伤感染厌氧菌：破伤风杆菌、气性坏疽病原菌	(101)
第二节	烧伤感染化脓性杆菌 大肠杆菌、绿脓杆菌、变形杆菌	(103)
第五章	节肢动物和家畜传播的病原菌	(105)
第一节	炭疽杆菌	(106)
第二节	布氏杆菌	(107)
第三节	鼠疫杆菌	(108)
第四篇	病毒总论	(110)

第一章 病毒的基本特性	(110)
一、大小与形态	(110)
二、结构及化学组成	(111)
三、病毒的分类	(112)
四、病毒的繁殖	(112)
五、包涵体的形成	(114)
六、病毒的抵抗力	(114)
第二章 病毒的致病性	(115)
一、侵入途径与在体内播散方式	(115)
二、病毒感染的类型	(116)
三、病毒感染的病理变化	(117)
第三章 病毒的免疫性	(118)
一、非特异性免疫	(118)
二、特异性免疫	(120)
三、人工免疫	(121)
第四章 病毒病的治疗问题	(123)
第五篇 常见病毒的基本特性	(125)
第五章 呼吸道病毒	(125)
第一节 流行性感冒病毒	(125)
第二节 慢性支气管炎与病毒病因的关系	(128)
第六章 肠道病毒	(129)
第一节 脊髓灰质炎病毒	(129)
第二节 肝炎病毒	(131)
第七章 虫媒病毒	(134)
第一节 流行性乙型脑炎病毒	(134)
第二节 森林脑炎病毒	(136)
第八章 皮肤、粘膜病毒	(136)
第一节 天花病毒与类天花病毒	(136)
第二节 沙眼病毒	(138)
第九章 立克次氏体	(139)
第六篇 真菌与螺旋体	(141)
第一章 病原性真菌的基本特性	(141)
第二章 螺旋体的基本特性	(144)

第一篇 细菌学总论

绪 言

一、什么是微生物

微生物是肉眼看不见的，必需用显微镜甚至用电子显微镜放大几百倍、几千倍甚至几万倍才能看见的微小生物。它们大多数是单细胞生物，结构简单，繁殖快，具有遗传性及变异性，在自然界中广泛存在，种类很多，包括细菌、病毒、立克次氏体、真菌及螺旋体五大类。很多微生物对人和动植物是有益的，在自然界中许多物质循环要靠微生物来进行，例如微生物分解有机氮化合物形成无机硝酸盐供给植物生长发育，以后植物又被人和动物利用；农业上“九二〇”农药也是微生物的代谢产物，它能刺激植物生长；工业上合成各种饲料，酿酒、利用细菌冶金，对石油进行脱腊以及医疗广泛应用的抗菌素都是微生物的作用而产生的。只有少数微生物对人和动植物有致病作用，它们能引起各种传染病，这类微生物称为病原微生物。

二、学习医学微生物学的目的

“应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业。”“为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。”医学微生物学是研究引起人类传染病的各种病原微生物的生物学。研究它们在外环境中的生命活动规律性与适应性，及在一定环境条件下与人体间的相互作用，为传染病的诊断，预防与治疗打下基础。其目的就是为了消灭和控制传染病的发生和发展，以保障广大劳动人民的健康，免受疾病的威胁。近百年来由于医学微生物学的蓬勃发展，对很多传染病的病原有了一定的了解，因而对很多传染病有了预防方法，但要真正消灭和控制传染病除了要有发达的科学技术外，更重要的是要有先进的社会制度，才能保证将科学技术为人民谋福利。

解放前旧中国在帝国主义、封建主义和官僚资本主义三座大山的压迫下，许多烈性传染病如鼠疫、天花、霍乱等经常流行，严重地威胁着劳动人民的生命与健康。解放后在党和毛主席的领导下，贯彻“预防为主”和“卫生工作与群众运动相结合”的卫生工作方针，迅速控制和消灭了严重危害人民健康的多种传染病，如天花、霍乱、鼠疫等已基本消灭，白喉、新生儿破伤风、麻疹、小儿麻痹等也得到基本控制，特别是在无产阶级文化大革命中，摧毁了反革命修正主义医疗卫生路线的干扰，在毛主席“把医疗卫生工作的重点放到农村去”的光辉指示下，开始改变了农村缺医少药的状况，农村合作医疗制度得到巩固和发展，中草药得到广泛的应用，中西医结合防治传染病取得了良好的效果。抗菌素和生物制品方面也取得了新成就，目前已试制成功和生产四十多种抗菌素，有些为中国首创的新抗菌素，如创新霉素对控制大肠杆菌所致尿路感染和致病性大肠杆菌所致婴儿腹泻等作出了新贡献。生物制品中新的疫苗制品也不断试制成功如流脑菌苗、哮喘菌苗已推广应用于预防，所有这些成就都为控制和消灭传染病打下了巩固的基础。

在阶级社会中，任何科学技术都是为一定的阶级、政治服务的，在社会主义制度下研究

病原微生物是为了消灭和控制传染病。帝国主义则与此相反，他们利用微生物的致病作用制造细菌武器为其侵略目的服务。早在抗日战争时期，日本帝国主义在中国浙江、湖南等地空投带鼠疫杆菌的跳蚤造成鼠疫的流行，1952年美帝在侵朝战争中也灭绝人性的使用细菌武器，如曾在朝鲜安州地区及中国东北甘南地区投下带有鼠疫杆菌的跳蚤和田鼠，对中朝人民犯下了滔天的罪行。在毛主席“**动员起来，讲究卫生，减少疾病，提高健康水平，粉碎敌人的细菌战争**”的号召下，全国人民在党的领导下与朝鲜人民一道彻底粉碎了美帝的细菌战争，取得了伟大的胜利。当前帝国主义、社会帝国主义仍在扩军备战，疯狂地发展细菌武器，我们必需提高警惕，加强备战，做好粉碎敌人细菌战争的充分准备。

此外，近十年来，由于临床实践和免疫学的发展，很多免疫性疾病基本搞清也需要我们掌握发病原理，积极防治。

第一章 细菌的基本特性

(The Basic Properties of Bacteria)

第一节 细菌的形态结构

(Bacterial Morphology and Structure)

细菌是单细胞生物，属于植物，具有一般生物细胞的特性，但不如高等细胞分化。各种细菌在一定环境条件下都有固定的形态与结构，病原菌的结构、功能与其能在机体内生长繁殖、致病、免疫等特性有关，因此了解辨认细菌的形态结构特点除有助于诊断外，并为了解细菌的致病与免疫打下基础。

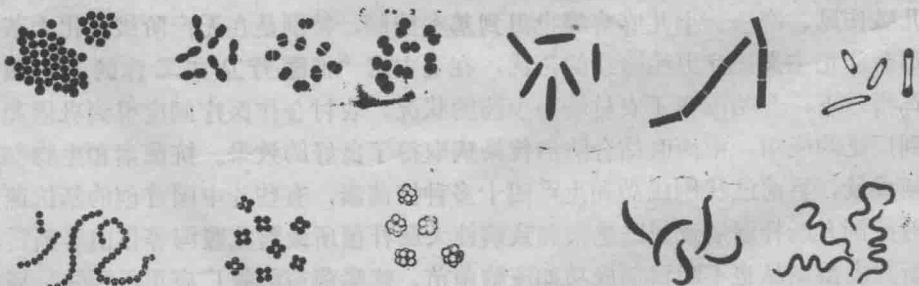
一、细菌的形态 (图 1—8) (Bacterial Morphology)

细菌体积很小，以微米(μ)为单位(1微米=1/1000毫米)，约0.5至10微米，需在显微镜下放大千倍才能看清，根据外形不同，细菌的基本形态有三种：

1. 球菌：(Coccus)呈球形或近似球形，直径约1微米左右，按其分裂的方向和分裂后的排列情况可分为葡萄球菌，链球菌及双球菌等。

2. 杆菌：(Bacillus)大小不等约0.5—10微米长，1微米宽，杆菌分裂后大多单独存在，呈杆状，菌体末端多钝圆如大肠杆菌，痢疾杆菌等，少数呈链状排列，菌端呈方形如炭疽杆菌，有的形成侧枝呈分枝状如结核杆菌，有的末端膨大呈棒状如白喉杆菌。

3. 弧菌：(Spiral Forms)菌体弯曲成弧形如霍乱、付霍乱弧菌。



左：球 菌 右：杆 菌、弧 菌 及 螺 菌

图 1 细菌形态模式图

二、细菌的基本结构 (图 2、3) (The Basic Structure of Bacteria)

为各种细菌所共有的细胞结构,由细胞壁、胞浆膜、细胞浆和细胞核等组成,需用特殊染色法或电子显微镜下才能看见。

1. 细胞壁: (Cell wall) 细胞壁在浆胞膜的外面,有一定的坚韧性和弹性,以保持细菌的外形,具有保护作用与半渗透性,与胞浆膜共同维持细菌与外界的物质交换。细胞壁的化学成分随细菌的种类而不同,一般是由醣、蛋白质及脂类组成,革兰氏阳性菌主要成分为粘肽(羧乙基氨醣及多肽),革兰氏阴性菌成分更为复杂,包括粘肽及脂蛋白多醣复合体。各种细菌细胞壁的特异成分对决定细菌抵抗外界理化,生物因素的作用及其致病性,免疫性等方面有重要意义。

2. 胞浆膜: (Plasmamembrane) 紧密包围在细胞浆的外面,存在于细胞壁的内面,为一层半渗透性膜,主要由蛋白质,脂类,核糖核酸及呼吸酶组成,因此除能控制细菌与周围环境的物质交换,还参与代谢。

3. 细胞浆: (Cytoplasm) 呈均匀胶体状态,基本成分含水,蛋白质,核酸和脂类等,还含有许多酶系统,是细菌进行新陈代谢的主要部位。胞浆内尚含有多种内含物是细菌储备的营养物或代谢产物,例如白喉杆菌胞浆内具有异染颗粒,主要成分为核糖核酸及多磷酸盐等,经碱性染料染色后着色较深,故又名异染颗粒,对于鉴定白喉杆菌有一定意义。

4. 细胞核: (Nucleus) 为分散的核质成分(脱氧核糖核酸及蛋白)存在于胞浆中,不及高等细胞分化,无完整核的结构,没有核膜及典型的染色体,功能和生物细胞一样,与控制细菌的遗传变异有关。

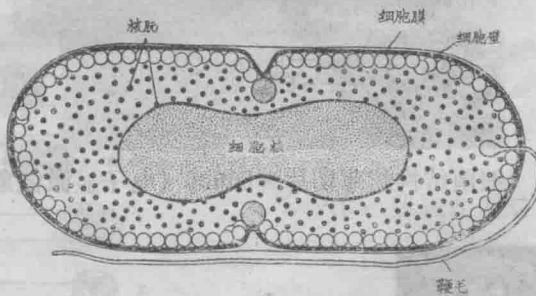


图 2 细菌结构模式图

三、细菌的特殊结构 (The Special Structure of Bacteria)

某些细菌具有即鞭毛,荚膜和芽胞,需用特殊染色法才能看见。

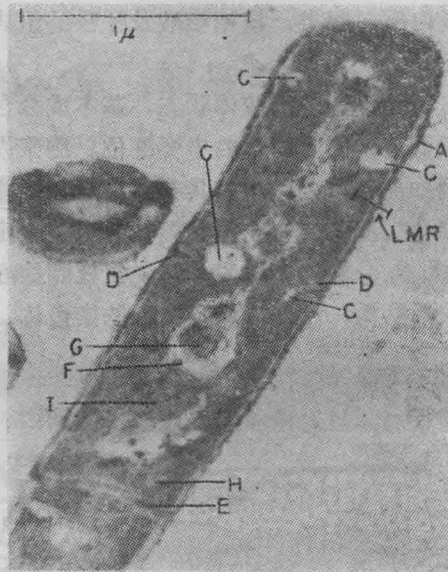
1. 鞭毛: (Flagella) 许多杆菌及弧菌都具有一到若干根弯曲的丝状结构即鞭毛(图 5)。具有鞭毛的细菌能运动,其化学成分与菌体不同,是一种特殊的蛋白质,具有特殊的抗原性,有助于鉴定细菌。

2. 荚膜: 有的细菌如肺炎球菌、炭疽杆菌等在生命活动过程中分泌高分子量的粘液物质,聚集在细胞壁外,形成一层膜称为荚膜(图 4)。主要成分为多醣,少数细菌含多肽,荚膜成分因细菌种类型别有很大差异,有助于细菌的鉴定。

细菌的荚膜与致病力有关,一般在机体内形成,具有荚膜的细菌不易被白血球吞噬,易于在机体内生长繁殖,引起感染,因此有荚膜的细菌致病力较强,当失去荚膜时,则致病力降低。

3. 芽胞: (Spore) 某些杆菌如破伤风杆菌、炭疽杆菌等在一定环境条件下, 菌体内胞浆、核质脱水浓缩形成一个圆形或卵圆形的结构称为芽胞(图7)。细菌形成芽胞后, 菌体即丧失繁殖的能力, 故芽胞是细菌的生命静止期。由于芽胞具有较厚的膜, 通透性低, 含水量较菌体少, 酶类活性低, 新陈代谢低, 所以芽胞对于理化因素如高温干燥, 化学药品等抵抗力均远较菌体强。芽胞一旦在适宜条件下又可发芽形成能分裂繁殖的细菌(繁殖体), 因此在医疗工作中如外科手术器械等消毒灭菌时, 应以杀灭芽胞为灭菌是否彻底的标准。

芽胞的形状大小及在菌体内位置因细菌种类而不同(图6), 例如炭疽杆菌的芽胞比菌体略小, 位于菌体中央, 椭圆形, 而破伤风杆菌的芽胞比菌体大, 位于菌体顶端, 呈鼓槌状, 这些特点可以帮助鉴别细菌。



A: 细胞壁

B: 核质

H: 胞浆粒子

图3 细菌结构超薄切片×60000(电子显微镜象)



电子显微镜



图4 细菌的荚膜(肺炎双球菌)



细菌鞭毛模式图

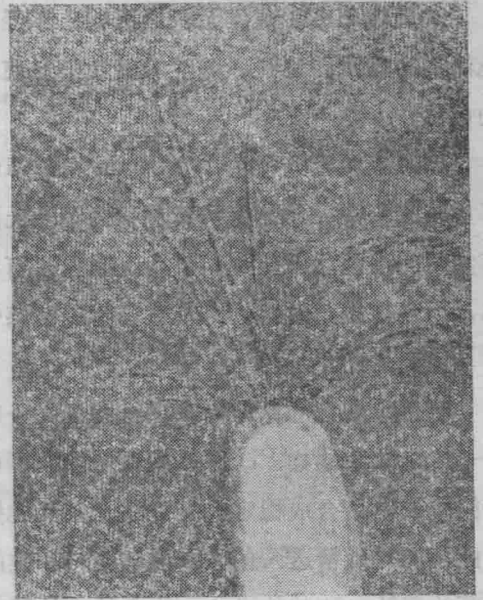


图5 细菌的鞭毛

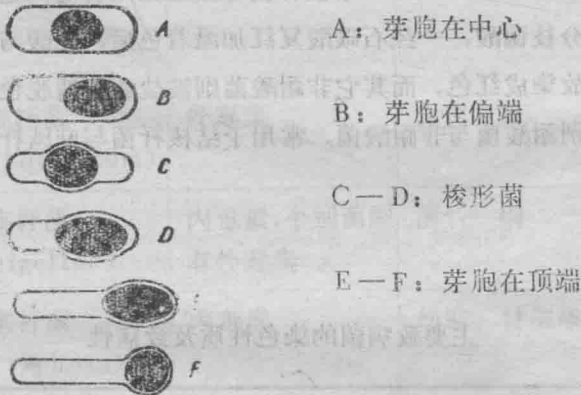


图6 细菌芽胞模式图

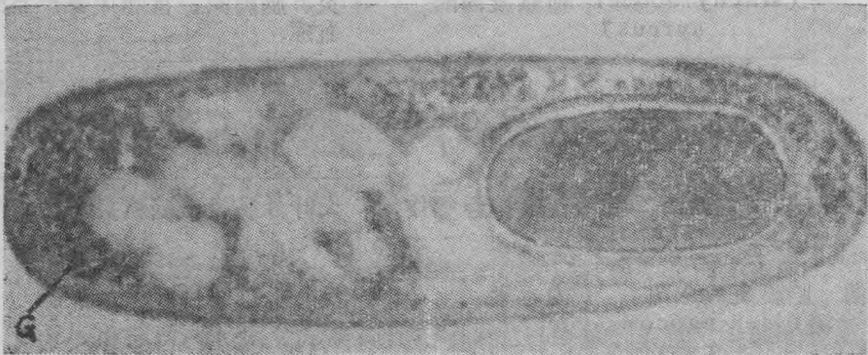


图7 细菌的芽胞电子显微镜象

四、细菌的染色法 (Staining)

细菌体积小，菌体无色半透明，不经染色，直接在显微镜下看不清楚，所以通常都用染色法如结晶紫，复红、美兰等碱性染料使之着色后才易看清，常用的有革兰氏染色法和耐酸染色法。

1. 革兰氏染色法：(Gram's stain) 细菌经结晶紫染色，碘液媒染后，用酒精脱色，再用复红复染，凡能保留紫色称为革兰氏阳性菌。凡被酒精脱色，经复红染成红色者称为革兰氏阴性菌。因此利用革兰氏染色法可将细菌区分为阳性菌与阴性菌两大类，它们在形态，生理性质，致病性以及药物的敏感性方面都有差异(附表一、二、三)有助于鉴别诊断与选药治疗。

革兰氏染色的原理尚未完全明了，一般认为阳性菌的等电点(PH2—3)低于阴性菌(PH4—5)，故在同样PH下，阳性菌摄取碱性染料能力强；胞浆膜中含有核糖核酸镁盐，它能与染料及碘结合成稳定的复合物，且其胞壁的通透性较低，故不易被酒精脱色，而阴性菌不含此盐类，酒精透入菌体内溶解染料和碘的复合物，因而易被脱色。实际上这种染色法易受细菌的菌龄，培养基的成分，染色技术等因素的影响，如老龄菌其核酸含量减少容易变为阴性，又如脱色时间过长亦易染成阴性。

2. 耐酸染色法：(Acid-fast stain) 结核杆菌等耐酸菌用普通染色法不易着色，由于菌体内含有特殊化学成分分枝菌酸，一经石碳酸复红加温着色后，此酸与染料结合牢固，能抵抗盐酸酒精脱色作用，故染成红色，而其它非耐酸菌则被盐酸酒精脱色，经美兰复染成兰色，因此耐染色法可以鉴别耐酸菌与非耐酸菌，常用于结核杆菌与麻风杆菌的检查。

〔附表一〕

主要致病菌的染色性质及致病性

染色性	致病菌	致病因素	引起疾病
阳性球菌 G ⁺ Cocci	金黄色葡萄球菌 (Staphylococcus aureus)	外毒素 血浆凝固酶	化脓性感染(疔、痈)骨髓炎、肺炎、脑膜炎、食物中毒严重时引起败血症
	溶血性链球菌 (Hemolytic streptococcus)	外毒素，扩散因子及其它酶类	扁桃腺炎、猩红热、丹毒、蜂窝织炎、中耳炎、产褥热、败血症
	肺炎双球菌 (Pneumococcus)	荚膜抗吞噬作用	大叶性肺炎、脑膜炎
阴性球菌 G ⁻ cocci	脑膜炎双球菌 (Meningococcus)	内毒素	流行性脑脊髓膜炎(流脑)

染色性	致病菌	致病因素	引起疾病
阳性杆菌 G ⁺ Bacilli	白喉杆菌 (<i>C. diphtheriae</i>)	外毒素	白喉
	结核杆菌 (耐酸性) (<i>M. tuberculosis</i>)	无内外毒素致病因素不清楚	结核
	麻风杆菌 (耐酸性) (<i>M. leprae</i>)	致病因素不清楚	麻风
	(需氧芽胞) Aerobic Sporeforming B.	炭疽杆菌 (<i>B. anthracis</i>)	外毒素, 荚膜
(厌氧芽胞菌) Anaerobic Sporeforming B.	破伤风杆菌 (<i>Cl. tetani</i>)	外毒素 外毒素及酶类	破伤风 气性坏疽
	产气荚膜杆菌 (<i>Cl. perfringenes</i>)		
	肉毒杆菌 (<i>Cl. botulinum</i>)	外毒素	食物中毒
阴性杆菌 G ⁻ Bacilli	痢疾杆菌 (<i>Shigellae</i>)	内毒素, 个别菌型 有外毒素	菌痢
	伤寒杆菌 (<i>S. typhosa</i>) 副伤寒杆菌 (<i>S. paratyphi</i>)	内毒素	伤寒、付伤寒
	其它肠道致病菌 (肠炎杆菌等) (<i>S. enteritidis</i>)	内毒素	食物中毒、肠炎
	大肠杆菌类 (<i>Coliform B.</i>)	内毒素	肠道正常菌丛, 侵入其它部位引起化脓性炎症。如膀胱炎、肾盂炎、腹膜炎。烧伤时引起化脓性炎症, 致病性大肠杆菌引起幼儿腹泻
	变形杆菌 (<i>Proteus</i>)	内毒素	机体抵抗力低时易造成感染, 如膀胱炎、化脓性炎症、腹泻

染色法	致病菌	致病因素	引起疾病
阴性杆菌 G-Bacilli	百日咳杆菌 (<i>Bordetella Pertussis</i>)	内毒素	百日咳
	流行性感冒杆菌 (<i>H. influenzae</i>)	内毒素、荚膜	小儿呼吸道感染, 脑膜炎
	流产杆菌 (布氏杆菌) (<i>Br. abortus</i>)	内毒素	波状热 (布氏杆菌病)
	鼠疫杆菌 (<i>P. pestis</i>)	内毒素 扩散因子	鼠 疫
	绿脓杆菌 (<i>Ps. Aeruginosa</i>)	内毒素	机体抵抗力低时易造成感染, 如创伤 烧伤时引起化脓性炎症, 严重时可致 败血症
阴性弧菌 G ⁻ .vibrios	霍乱弧菌 (<i>V. cholerae</i>) 付霍乱弧菌 (<i>Eltor vibrios</i>)	内毒素	霍 乱 付 霍 乱

〔附表二〕

化学制剂、抗菌素的抗菌谱

名 称	抗 菌 谱		
	染色法	细 菌	其它微生物
磺胺类及磺胺 增强剂 (Sulfa drugs and T.M.P)	G ⁺ 球菌 G ⁻ 球菌 G ⁻ 杆菌	葡萄球菌、链球菌、肺炎球菌 脑膜炎球菌、淋球菌 痢疾杆菌、大肠杆菌、鼠疫杆菌、流感杆菌、 霍乱弧菌	砂眼病毒
黄 连 素 (Berberini Hydrochlori- di)	G ⁺ 球菌 G ⁻ 杆菌	葡萄球菌、链球菌、肺炎球菌 痢疾杆菌、百日咳杆菌等	
青 霉 素 (Penicillini)	G ⁺ 细菌 G ⁻ 细菌	葡萄球菌、链球菌、肺炎球菌 白喉杆菌、炭疽杆菌、厌氧芽胞菌 脑膜炎球菌、淋球菌	螺旋体 放线菌
链 霉 素 (Streptomycini)	G ⁺ 杆菌 G ⁻ 杆菌	结核杆菌 鼠疫杆菌、流产杆菌、嗜血菌属、痢疾杆菌	
四环素族 (四环素、金、 土霉素) (Tetracyclini Aureomycini Terramycini)	G ⁺ 细菌 G ⁻ 细菌	一般细菌皆敏感	斑疹伤寒立 克次氏体、 大型病毒、 螺旋体

氯霉素 (合霉素) (Chloramycin, Syntomycin)	G ⁺ 细菌 G ⁻ 细菌	同上	同上
卡那霉素 (Kanamycin)	G ⁺ 细菌 G ⁻ 杆菌	耐青霉素葡萄球菌、耐链霉素结核杆菌等 大肠杆菌、变形杆菌等	
新霉素 (Neomycin)	G ⁺ 杆菌 G ⁻ 杆菌	结核杆菌、炭疽杆菌等 大肠杆菌、痢疾杆菌、肺炎杆菌、变形杆菌等	
红霉素 (Erythromycin)	G ⁺ 细菌 G ⁻ 细菌	耐青霉素葡萄球菌、链球菌、肺炎球菌、炭疽杆菌等 百日咳杆菌、流感杆菌、脑膜炎球菌、布鲁氏杆菌等	
抗敌素 (多粘菌素) (Polymyxin)	G ⁻ 杆菌	绿脓杆菌大肠杆菌等	
庆大霉素	G ⁺ 细菌 G ⁻ 杆菌	葡萄球菌 绿脓杆菌、大肠杆菌、变形杆菌等	
春雷霉素	G ⁻ 杆菌	绿脓杆菌	
制霉菌素 (Nystatin)			白色念珠菌 及其它真菌
灰黄菌素 (Griseofulvin)			皮肤癣菌 (真菌)

注：G⁺代表革兰氏阳性菌，G⁻代表革兰氏阴性菌

〔附表三〕 常用中草药 (Herb medicine) 对主要致病菌的抗菌作用

中 草 药	细 菌											其 它
	葡萄球菌	乙链球菌	肺炎球菌	脑膜炎球菌	结核杆菌	白喉杆菌	百日咳杆菌	绿脓杆菌	痢疾杆菌	伤寒杆菌	霍乱弧菌	
清 热 药												流感病毒
黄 连	++	++	++	+	++		+	+	+	++	++	表皮癣菌
黄 芩	++	++	+		+		+	+	+	++	++	同上 鼠疫杆菌
黄 柏	+	+	+		++	++		+	+	+	+	表皮痒菌
连 翘	++	++	+		+	++	+	+	+	++	++	鼠疫杆菌

〔续附表三〕

常用中草药对主要致病菌的抗菌作用

中 草 药	细 菌											其 它
	葡萄球菌	乙链球菌	肺炎球菌	脑膜炎球菌	结核杆菌	白喉杆菌	百日咳杆菌	绿脓杆菌	痢疾杆菌	伤寒杆菌	霍乱弧菌	
丹 皮	++	+	++			-	+	+	++	++	++	
金 银 花	+	++	+		+	+		+	+	++	++	
知 母	++	+	+			+		-	++	++	++	
赤 芍	++	+	+			-		-	++	+	++	
夏 枯 草	+	+	+		+	+	+	+	+	++	++	
板 兰 根 大 青 叶	+			+				+	+			流乙脑、流感、 流腮等病毒
紫花地丁	++	++	++		++	-		++	++			
大 蒜	++		++	+	+	++			++	++	++	斑疹伤寒立克次 氏体，白色念珠 菌，表皮癣菌
艾 叶	+	+	+			+		++				炭疽杆菌
百 部	+	+	+		+	+		+	++	+	++	鼠疫杆菌
大 黄	++	++	+			++		+	+	++	++	
茵 陈	+	++	++			++		+	++			
马 齿 苋	+								+			伤寒、大肠、 变形杆菌
白 头 翁	+				+			+	+			

注：符号“+”代表有抗菌作用，“+”越多抗菌作用越强

“-”表示无作用

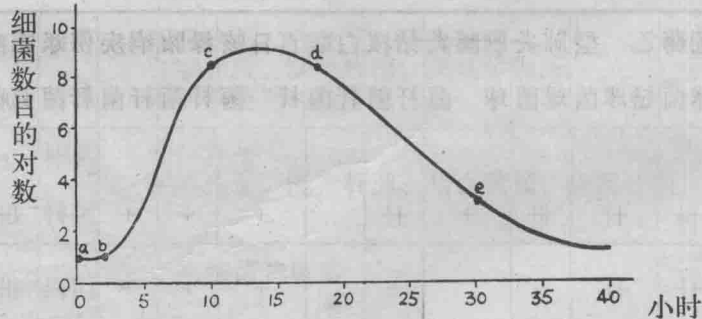


图 8 细菌的生长曲线

A—b: 迟缓期

b—C: 对数期

C—d: 稳定期

d—E: 衰退期

第二节 细菌的繁殖与培养

(Bacterial Reproduction and Cultivation)

“新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律。依事物本身的性质和条件，经过不同的飞跃形式，一事物转化为他事物，就是新陈代谢的过程。”细菌的代谢规律也是这样，了解它的生长代谢规律的内在矛盾性，以便对病原菌进行培养鉴定，有助疾病的诊断与防治。

一、细菌的繁殖与代谢特点 (The Character of Bacterial Reproduce and Metabolism)

细菌和其它生物一样，必需从周围环境中摄取营养物进行新陈代谢，以维持其生命活动，如何进行呢？主要通过细胞壁与胞浆膜的渗透作用来调节营养物的吸收和代谢物的排泄。小分子可溶性营养物可直接透入细胞内，大分子营养物借细菌外酶使之分解为小分子再透入菌体内，在细菌酶系统作用下，经过同化作用，将营养物合成菌体成分，经过异化作用将物质分解产生能量，供给菌体的合成，使细菌生长和产生各种代谢产物。

致病菌合成能力低，需供给复杂的有机物即有机碳和有机氮（部分细菌可利用无机氮），有的尚需要一定量的生长因子（主要是维生素乙族化合物）才能生长。在适宜条件下，当细菌代谢活动旺盛时，胞浆逐渐增加，菌体增大，最后经二等横分裂法产生新菌体，即由一个细菌分裂为两个，两个变为四个等，每分裂一次即繁殖一代，分裂一代的时间因各种细菌合成能力与环境条件而不同，一般约 20—30 分钟分裂繁殖一次，少数细菌如结核杆菌则需十几小时。在生长繁殖过程中，由于营养物的消耗，代谢废物的堆集，使周围环境不适于细菌的代谢活动，因此细菌不能无限制的繁殖下去，最后逐渐衰老，并至代谢停止而死亡，因而在培养基上生长繁殖有一定的规律性（图 8）

二、细菌的人工培养 (Bacterial Culture)

欲使细菌在体外生长繁殖，必需满足细菌的营养要求和适于细菌代谢的环境条件。

1. 营养物 (Nutrient)：细菌的营养由培养基供给，培养基是根据各种细菌的生长要求，选用适宜的营养物配制成的，常用的有基础培养基，特殊培养基等。基础培养基一般由含碳水化合物，无机盐、蛋白胨或氨基酸及水制成液体培养基，在液体培养基中加入一定量的琼脂即可制成固体或半固体培养基，它们可满足大部分细菌的生长繁殖，有些营养要求高的细菌，需要供给生长因子才能生长，可于基础培养基中加入血液血清，酵母浸液等制成特殊营养培养基以满足之。

2. 合适的酸碱度 (pH)：一般细菌适宜的 pH 为 7.2—7.6，个别细菌如霍乱弧菌在 pH 7.8—8.0 生长为好。

3. 适宜温度 (Temp.)：致病菌以 37℃ 为宜。

4. 气体 (Gas)：包括氧气及二氧化碳，一般需氧菌如结核杆菌，白喉杆菌因酶系统完备，需要氧气以氧化营养物，少数厌氧菌必需在无氧条件下才能生长，因缺乏呼吸酶系统，有氧时氧气与营养物结合，不能被细菌氧化分解，细菌得不到能量而死亡，如破伤风杆菌，气性坏疽病原菌，多数细菌在有氧与无氧条件下均可生长如大肠杆菌，痢疾杆菌等。二氧化碳可供细菌合成某些氨基酸，嘌呤嘧啶，一般细菌自代谢释放出的二氧化碳已能满足需

要，少数细菌如脑膜炎双球菌初次培养需供给 5—40% 二氧化碳。

细菌在固体培养基上生长繁殖后，一般经 18—24 小时即可形成肉眼可见的集团称为菌落 (Colony)。不同细菌的菌落形态、大小、边缘、色泽、透明度等具有不同的特征，有助于细菌的鉴定。一般情况下，一个菌落由一个细菌繁殖而成，故可利用固体培养基来分离出纯种细菌，用于进一步鉴定细菌，或作细菌对药物的敏感性试验及制备疫苗等。

三、细菌的代谢产物 (Bacterial Metabolic Product)

致病菌在生长过程中可产生多种代谢产物，根据不同细菌代谢能力的不同，形成合成与分解的产物亦不同，分解产物可供细菌的鉴别，合成产物有的与致病有关，有的可供治疗或鉴别细菌之用。

1. 分解产物 (Catabolic Product)

1) 糖的分解：各种细菌对双糖 (乳糖、蔗糖等) 和单糖 (葡萄糖、麦芽糖、甘露糖等) 利用的能力和分解后的产物不同，大多细菌都能利用葡萄糖生成丙酮酸，丙酮酸进一步的分解因细菌种类而不同，可生成有机酸 (乳酸、乙酸、甲酸等)，气体 (二氧化碳、氢气) 及醇类和酮类等，因此可利用有关的生化反应来鉴别细菌，如糖发酵反应，大肠杆菌能分解乳糖和葡萄糖产酸产气，而伤寒杆菌则不能分解乳糖，可分解葡萄糖只产酸不产气，二者得以鉴别之。

2) 含氮化合物的分解：不同细菌对氨基酸及尿素的分解能力不同如有些细菌能分解色氨酸产生靛基质 (吲哚)，有的可分解含硫氨基酸 (如胱氨酸) 生成硫化氢，有的可分解尿素产氨这些分解反应可以鉴别细菌。

2. 合成产物 (Anabolic Product)

1) 毒素与酶类物质 (Toxin and Enzyme)：与细菌的致病作用有关 (见细菌的致病性)。

2) 抗菌素 (Antibiotic)：为某些放线菌，真菌 (青霉菌)，细菌 (多粘杆菌) 在代谢过程中产生的一种抗菌物质，它可有选择性的抑制或杀灭其它微生物，用于传染病的治疗。

目前常用的抗菌素对细菌的作用主要是由于它能够干扰细菌的代谢机能如四环素类抗菌素能抑制多种细菌蛋白、核酸的合成，所以是广谱抗菌素，又如青霉素主要能抑制革兰氏阳性菌胞壁成分粘肽的合成，细菌失去胞壁菌体崩解而死亡，所以是窄谱抗菌素。人体细胞不具有细菌胞壁的结构与成分，代谢方式与细菌亦不完全相同，所以抗菌素对其有不同的选择作用。

3) 热原质 (Pyrogen)：许多革兰氏阴性杆菌如大肠杆菌，伤寒杆菌等以及一些革兰氏阳性细菌如枯草杆菌等能产生一种多醣类物质，注入人体后会引发发热反应，所以叫做热原质，有人认为就是细菌的内毒素。它耐高温，不被高压蒸气灭菌法 (121℃, 20 分钟) 所破坏，生物制品或注射液需不含热原质，应用新鲜不含热原质的蒸馏水配制。

此外细菌的合成产物尚有维生素等。

第三节 细菌的致病性

(Bacterial Pathogenesis)

“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。”致病菌与非致病菌之间既存在上述共同性，而致病菌又有其特殊本质。

许多人类和动物的传染病都是由病原菌引起的，致病菌的特点是它能侵入机体抵抗机体的防御机能，并在宿主体内生长繁殖，破坏组织，引起病理变化，这就是细菌的致病性。不同细菌对机体引起病理过程不同，如伤寒杆菌能引发伤寒病，白喉杆菌能引发白喉病，所以细菌的致病性是种属的特征。

然而同一种细菌对机体的致病性往往有程度上的差别，这是由于细菌的毒力有强弱的不同，例如，新从患者体内分离出的肺炎双球菌与在人工培养基上通过多次传代的肺炎双球菌毒力就不同，前者注入小白鼠腹腔内可将小白鼠致死，而后者则往往不能使小白鼠发病。所以毒力是病原菌个体“菌株”的特征，构成毒力的因素是细菌侵入机体并在机体内生长繁殖，扩散蔓延，释放出毒性物质，破坏机体力量的总和，细菌的毒力强弱不是恒定不变的，可受环境的因素而改变，构成毒力的物质基础是细菌的表层结构与代谢产物(毒素与酶类)。

一、细菌表层结构的抗吞噬的作用 (Antiphagocytosis of Bacterial Surface Structure)

许多致病菌如肺炎球菌、肺炎杆菌、炭疽杆菌、产气荚膜杆菌等在机体内可产生荚膜，能抵抗机体内吞噬细胞的吞噬和消化作用，因而增强了细菌的毒力，失去荚膜则细菌毒力减弱，易被吞噬细胞吞噬杀死，荚膜本身对动物并无毒性，如将肺炎球菌荚膜多醣成分或将肺炎球菌和同型特异性多醣水解酶同时注射于动物体内，则动物不发病，如不给水解酶时则动物可发病。荚膜能增强细菌的毒力是由于有荚膜的细菌侵入机体后，荚膜对细菌有保护性，使细菌不易被白血球吞噬，得以在体内迅速繁殖而使动物致病，至于荚膜抗吞噬的机理尚未完全明了。

致病菌除荚膜成分有抗吞噬能力外，某些革兰氏阴性菌如痢疾杆菌及伤寒杆菌等的胞壁成分(多醣类脂蛋白复合物)具有抗吞噬和内毒素的双重作用，此外A族溶血性链球菌某些菌株胞壁中的M蛋白层亦具有抗吞噬作用以增强细菌的毒力。

二、细菌的代谢产物与致病力的关系 (The Relationship Between Bacterial Metabolic Product and Pathogenicity)

许多细菌的致病作用和其代谢产物有关，各种代谢产物的性质和对机体作用的特点是极其复杂的，有些病原菌可产生对人有毒害作用的毒性物质称为毒素，有些致病菌所形成的某些产物本身无毒性，并不引起动物或人的疾病，但它能参与细菌的致病作用如细菌的酶。

1. 毒素 (Toxin) (表四)

外毒素 (Exotoxin): 是细菌生长过程中产生的并分泌到菌体外的一种毒性物质，化学成分为蛋白质不耐热可被蛋白酶分解破坏，具有很强的毒性，对机体组织有特殊的致病作用。产生外毒素的细菌很多，以白喉杆菌、破伤风杆菌及肉毒杆菌为典型菌，其中以肉毒杆