

全国中等卫生学校试用教材

微生物学及寄生虫学

(供医士、妇幼医士、助产士、卫生医士专业用)

山东科学技术出版社

全国中等卫生学校试用教材

微生物学及寄生虫学

（供医士、妇幼医士、助产士、卫生医士专业用）

山东科学技术出版社

一九七九年·济南

全国中等卫生学校试用教材
微生物学及寄生虫学

全国中等卫生学校试用教材
《微生物学及寄生虫学》编写组

*

山东科学技术出版社出版
山东省新华书店发行
山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 9 插页 492 千字
1979 年 5 月第 1 版 1979 年 5 月第 1 次印刷
印数：1—76,000

书号 14195·25 定价 2.25 元

编写说明

本书是由卫生部和山东省卫生局组织有关高、中等医学院校共同编审的教材，供全国中等卫生学校三年制医士、妇幼医士、助产士、卫生医士专业试用。

全书内容包括微生物学与寄生虫学两大部分。微生物学的重点系放在微生物的基本特性及其与机体相互关系、特别是机体的免疫机能在疾病的发生与发展的重要意义上；寄生虫学的重点系介绍人体常见的寄生虫及传播媒介的形态、生活史及其与宿主机体间的相互影响，使同学初步掌握防治寄生虫病的理论基础。鉴于专业不同，和地区上的差别，使用时可根据具体情况，适当掌握。

参加编审本教材的单位有：山东医学院、山东省昌潍医学院、山东省济宁医学专科学校、山东中医学院、山东省济南卫生学校、山东省莱阳卫生学校、山东医学院楼德分院、山东省泰安卫生学校、四川省卫生干部进修学院、湖北省咸宁卫生学校、湖南省常德卫生学校。

本教材力求反映本学科的一些较新成就，但由于编写人员的水平所限，加之编写时间的仓促，征求意见又不够广泛，缺点和错误在所难免，殷切期望使用本教材的教师和同学，及时给我们提出宝贵意见，以便不断总结经验，进一步修订提高。

全国中等卫生学校试用教材
《微生物学及寄生虫学》编写组

1979年2月

目 录

微生物学部分

第一篇 总论	1
第一章 绪言	1
第二章 细菌形态学	2
第三章 细菌生理学	8
第四章 微生物的分布	12
第五章 外界因素对微生物的影响	16
第六章 细菌的致病性	26
第七章 细菌的遗传和变异	30
第二篇 免疫学	33
第八章 抗原	35
第九章 非特异性免疫	39
第十章 特异性免疫	46
第十一章 变态反应	62
第十二章 免疫学的应用	70
〔附〕 与临床免疫有关的几个名词	80
第三篇 细菌各论	83
第十三章 病原性球菌	83
第十四章 肠道杆菌	91
第十五章 弧菌	98
第十六章 布氏杆菌属	101
第十七章 其他革兰氏阴性杆菌	102
第十八章 需氧芽胞杆菌	104
第十九章 厌氧芽胞杆菌	106
第二十章 白喉棒状杆菌	110
第二十一章 分枝杆菌属	112
〔附〕 放线菌	116
第二十二章 支原体	117
第四篇 病毒	118
第二十三章 病毒的基本特性	118
第二十四章 呼吸道病毒	128
第二十五章 肠道病毒	133
第二十六章 疱疹病毒与痘病毒	137
第二十七章 狂犬病毒	140

第二十八章 虫媒病毒	141
第五篇 其他微生物	143
第二十九章 立克次氏体	143
〔附〕 衣原体	145
第三十章 病原性螺旋体	146
第三十一章 病原性真菌	149
〔附〕 微生物学实验指导	154
实验室规则	154
实验一 细菌的形态结构	154
实验二 细菌的生理	157
实验三 微生物的分布与消毒灭菌	159
实验四 细菌的致病性和免疫	161
实验五 凝集反应	162
实验六 沉淀反应及补体结合反应	164
实验七 病原性球菌	166
实验八 肠道杆菌(一)	167
实验九 肠道杆菌(二)	168
实验十 其他病原性细菌	170
实验十一 厌氧芽胞杆菌、白喉杆菌和分枝杆菌	171
实验十二 其他病原微生物	172

寄生虫学部分

第一篇 总论	175
第二篇 医学蠕虫	181
第一章 概述	181
第二章 线虫纲	181
第一节 概述	181
第二节 蛔虫(似蚓蛔线虫)	182
第三节 钩虫(十二指肠钩口线虫及美洲板口线虫)	186
第四节 蛲虫(蠕形住肠线虫)	191
第五节 丝虫(班氏吴策线虫及马来布鲁线虫)	193
第六节 其他线虫及棘头虫	199
鞭虫(毛首鞭形线虫)	199
旋毛虫(旋毛形线虫)	200
美丽筒线虫	201
眼线虫(结膜吸吮线虫)	201
棘头虫(猪巨吻棘头虫)	202
第三章 吸虫纲	203
第一节 概述	203
第二节 肝吸虫(华支睾吸虫)	205

第三节	姜片虫 (布氏姜片吸虫).....	208
第四节	肺吸虫 (卫氏并殖吸虫).....	210
第五节	斯氏并殖吸虫	213
第六节	血吸虫 (日本分体吸虫).....	214
[附]	尾蚴性皮炎 (稻田皮炎).....	220
第四章	绦虫纲	222
第一节	概述	222
第二节	猪肉绦虫 (链状带绦虫).....	223
第三节	牛肉绦虫 (肥胖带吻绦虫).....	227
第四节	包生绦虫 (细粒棘球绦虫).....	228
第五节	短小绦虫 (微小膜壳绦虫).....	231
第三篇	医学原虫	236
第五章	概述	236
第六章	根足虫纲	237
第一节	痢疾阿米巴 (溶组织内阿米巴).....	237
第七章	鞭毛虫纲	241
第一节	黑热病原虫 (杜氏利什曼原虫).....	242
第二节	阴道滴虫 (阴道毛滴虫).....	245
第三节	其他腔道鞭毛虫	246
	肠滴虫 (人毛滴虫)	246
	兰氏贾第鞭毛虫	247
第八章	孢子虫纲	248
第一节	疟原虫	248
第九章	纤毛虫纲	254
第一节	结肠小袋纤毛虫	254
第四篇	医学昆虫(一)(供卫生医士专业用)	256
第十章	概述	256
第十一章	昆虫纲	259
第一节	概述	259
第二节	蚊	260
第三节	蝇	266
第四节	白蛉	271
第五节	蚤	275
第六节	虱	278
第七节	臭虫	280
第八节	其他有害昆虫	283
	蜚蠊	283
	蠨	284
	蚋	285
	虻	286

第十二章 蛛形纲	287
第一节 概述	287
第二节 硬蜱与软蜱	288
第三节 革螨	294
第四节 恙螨	297
第五节 人疥螨	300
医学昆虫(二)(供医士、妇幼医士、助产士专业用)	303
〔附一〕 寄生虫学实验指导	310
实验一 线虫实验	310
实验二 吸虫实验	311
实验三 绦虫实验	311
实验四 技术操作实验	312
实验五 阿米巴实验	313
实验六 鞭毛虫实验	313
实验七 疟原虫实验	313
实验八 昆虫实验(供医士、妇幼医士、助产士专业用)	314
实验九 蚊实验(以下供卫生医士专业用)	315
实验十 蝇实验	316
实验十一 白蛉实验	317
实验十二 蚤、虱、臭虫实验	317
实验十三 蜱、革螨、恙螨、疥螨实验	317
〔附二〕 技术操作	318

微生物学部分

第一篇 总 论

第一章 绪 言

在自然界中有一部分肉眼看不到的微小生物，称之为微生物。微生物个体微小，因此必须借助于显微镜，有的要用电子显微镜才能观察到。微生物的种类多，繁殖的快，所以在自然界分布很广，到处都有它的存在，因此，它和人类的关系也就非常密切。绝大多数微生物对人是有利的，自然界的氮、碳物质循环，保证了其他生物的需要，在物质循环中，微生物起到了极为重要的作用。其他在工业上如食品、酿造、制革、石油、化工等，农业方面如细菌肥料等，也都是和微生物的作用分不开的。其中只有一少部分微生物，可引起人类和其他动植物的疾病，这类微生物称之为病原微生物或致病微生物。引起人类疾病的病原微生物有细菌、病毒、螺旋体、真菌、放线菌、立克次氏体、衣原体和支原体等。

微生物学是生物学中的一个分支，主要是研究微生物在一定环境条件下的生命活动规律，以及与自然界的、人类、动植物间的相互关系的科学。因此，微生物学又分为普通微生物学、工业微生物学、农业微生物学、兽医微生物学、医学微生物学、卫生微生物学等。

医学微生物学则是研究病原微生物在一定环境条件下的生物学特性、生命活动规律，以及和人类机体间相互关系的科学。学习医学微生物学的目的，就是掌握微生物学的基本知识、基础理论和基本技术，以作为与病原微生物进行斗争的必要手段，为传染病的诊断、预防和治疗提出理论根据和有效措施，也为学习其他医学课程打下基础。

医学微生物学还包括免疫学内容，免疫学近年来有突飞猛进的发展。它已不限于抗病原微生物的内容，而是机体对侵入体内的各种异物的排斥反应，如移植免疫、肿瘤免疫等，免疫性疾病也在不断地发现，在临床各科医疗中，也起着极为重要的作用。

科学是劳动人民创造的，我国具有悠久的历史，广大劳动人民在日常生活实践中，早已注意到微生物存在的现象，并且进行了广泛地应用。特别是在与危害人类最大的一些传染病的斗争中，积累了许多丰富和宝贵的经验，种痘预防天花即是祖国医学的伟大贡献之一。

解放后，在中国共产党的正确领导下，医学事业发展迅猛。在预防为主、防治结合方针指导下，对危害人类最大的一些烈性传染病，如天花、鼠疫、霍乱等，基本上得到了消灭和控制。制造了多种抗菌素，并创制了麻疹活疫苗、脊髓灰白质炎疫苗、哮喘疫苗等，填补了我国医学上的空白。沙眼衣原体和亚洲甲型流感病毒首先由我国分离成功。特别是中西医结合，发扬祖国医学遗产方面，也都取得了辉煌的成果。

在华主席为首的党中央领导下，我们要努力学习和迅速掌握现代医学科学技术。为

尽快地实现四个现代化和保障人民的健康而贡献力量。

(山东医学院 判永志)

第二章 细菌形态学

细菌是单细胞的,属于原核生物,是最常见的病原微生物之一。各种细菌在一定的环境条件下都有固定的形态与结构。病原菌的结构和功能,与致病性、免疫性及对外界环境的抵抗力等有密切的关系。因此,学习细菌的形态和结构的特点,除有助于鉴别细菌外,并为了了解细菌的致病性、免疫性及消毒灭菌等打下基础。

一、细菌的大小与形态

(一)细菌的大小 细菌的个体很小,要用显微镜放大1,000倍左右才能看到。通常以微米(μm)为测量单位($1\text{微米}=1/1000\text{毫米}$)。不同种类的细菌,其大小很不相同。如葡萄球菌的直径约为0.8微米,中等大的杆菌如大肠杆菌长2~3微米,而布氏杆菌可短至0.4微米,炭疽杆菌可长达10微米。

(二)细菌的形态 细菌的基本形态有球菌、杆菌、螺形菌三种。在细菌所需要的正常环境条件下,每种细菌有一定的正常形态(图1)。

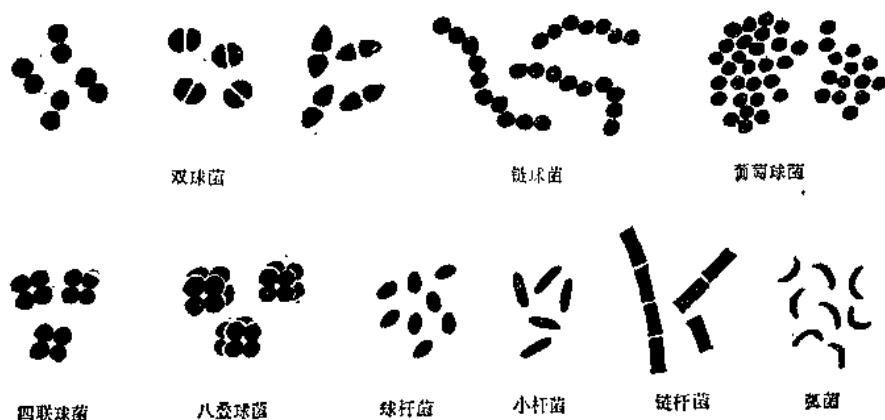


图1 细菌的各种形态

1. 球菌: 菌体呈球形或近似球形。根据其分裂的方向和排列方式不同,又可分为:

(1) 双球菌: 呈一个平面分裂,分裂后菌体成对排列,如脑膜炎球菌。

(2) 链球菌: 呈一个平面分裂,分裂后菌体成链状排列,如溶血性链球菌。

(3) 葡萄球菌: 呈多个平面作不规则分裂,分裂后菌体堆集在一起,成不规则的葡萄状排列,如金黄色葡萄球菌。

2. 杆菌: 菌体呈杆状或近似杆状。各种杆菌的长短粗细相差很大,杆菌有的是直的,有的略带弯曲。菌体两端多为钝圆形,也有少数为方形。若菌体短粗呈卵圆形,称球杆菌。有的杆菌可生成侧枝呈分枝状,如结核杆菌。有的末端膨大呈棒状,称棒状杆菌,如白喉杆菌。大多数杆菌分散独立存在,有的呈链状排列。

3. 螺形菌: 菌体弯曲,可分为两类。

(1) 弧菌：菌体只有一个弯曲，呈逗点状，如霍乱弧菌。

(2) 螺菌：菌体有数个弯曲，较硬，如鼠咬热螺菌。

二、细菌的结构

由于应用电子显微镜和超薄切片等技术，对细菌的结构已有比较清楚的了解。

(一) 细菌的基本结构 细菌的基本结构是各种细菌所共有的细胞结构(图 2)。

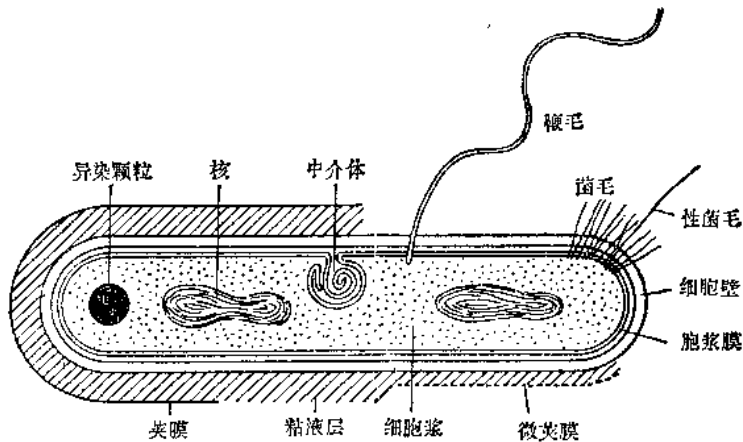


图 2 细菌细胞结构模式

1. 细胞壁：细菌的细胞壁位于细胞膜外，厚 $10 \sim 35$ 毫微米(nm) (1 毫微米 = $1/1000$ 微米)，具有坚韧性。细胞壁的主要功能是保持细菌的固有形态，及保护细胞膜抵抗细胞浆的强大内渗透压 (一般为 $5 \sim 25$ 个大气压) 的作用。

细菌细胞壁的化学组成在革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌之间有很大的差别，然而所有细菌的细胞壁中都含有坚韧的粘肽层，这是细菌细胞壁所特有的结构。粘肽是由两种单糖 (N-乙酰葡萄糖胺、N-乙酰胞壁酸) 和四种氨基酸 (谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸、赖氨酸或二氨基庚二酸) 组成。这两种糖相互连接成多糖链，每个 N-乙酰胞壁酸分子上有四肽侧链，并由五甘氨酸五肽链横向连接，因此形成具有坚硬的三度空间结构 (图 3)。此外细胞壁还含有一些其他成分，其性质和数量随细菌种类而不同。

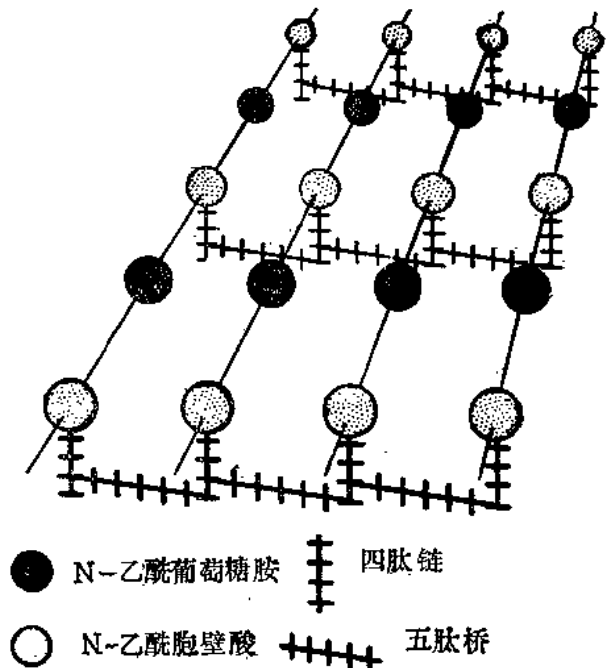


图 3 细菌细胞壁的空间构型

革兰氏阳性菌的细胞壁含有大量粘肽,约占细胞壁干量的40~60%。此外还有壁酸,壁酸携带着主要的菌体抗原。青霉素对革兰氏阳性菌的作用是抑制粘肽的合成,使细菌不能形成坚韧的细胞壁,由于强大细胞内渗透压的影响,细胞浆吸水,菌体膨胀裂解,导致细菌死亡。

革兰氏阴性菌的细胞壁较复杂,除少量粘肽外,并含有脂蛋白、脂多糖、球蛋白,在粘肽外组成几层结构。外层的脂多糖带有菌体抗原,又是革兰氏阴性菌的内毒素成分。由于外层脂多糖等对粘肽层的保护作用,因此青霉素对革兰氏阴性菌无明显的抑制作用。

细菌细胞壁的化学组成与细菌对外界环境的抵抗力、致病力及抗原性等 有密切关系。

2. 细胞膜:细胞膜位于细胞壁下,是包绕在细胞浆外面的一层薄膜。细菌的细胞膜和动植物的细胞膜一样,也具有分子双层结构,厚度约为7.5nm。细胞膜的主要成分是脂类与蛋白质,脂类构成细胞膜的脂质双分子层,而球形蛋白质就镶嵌在液态的脂质双层中,或附着在脂质双层的内表面上。细胞膜上的蛋白质由于分子结构和种类的不同,而执行着不同的功能。

细胞膜维持细胞浆与外界环境之间的物质交换。目前认为,一些脂溶性物质和水的进出细胞是通过单纯的扩散作用,而大多数营养物质(包括分子和离子)进入细胞和代谢废物的排出,都需要靠消耗能量的主动运转来进行,物质的主动运转是靠脂质双层内嵌入蛋白质的构形变化来完成的。细胞膜上含有许多酶,包括与物质主动运转有关的酶和呼吸酶等,因此细胞膜在细菌与外界环境进行物质交换和引起细菌细胞内一系列的代谢活动中,起着极其重要的作用。

3. 细胞浆:细菌的细胞浆是粘滞性的液体,其中含有各种有机和无机溶质及无数核蛋白体的细小球形颗粒。与高等生物细胞不同的是,细菌的细胞浆中不含有内质网和线粒体等结构。

(1) 核蛋白体:电镜下可观察到核蛋白体,是由核糖核酸和蛋白质组成。直径为10~20nm,沉降系数为70S的颗粒,是由一个30S和一个50S的两个亚单位所组成。核蛋白体是合成蛋白质的场所,在每个细菌细胞中核蛋白体的数目可达数万,细菌在分裂旺盛时期数目最多,可占细胞干重的30%,可见蛋白质合成在细胞活动中的重要性。细菌的核蛋白体与人体细胞的核蛋白体不同,链霉素能在核蛋白体的水平上干扰细菌的代谢,而对人核蛋白体的功能无影响。

(2) 中介体:电镜下可见细菌细胞浆中含有少数中介体,是由细胞膜凹陷形成的膜状结构,也可与核相连。中介体的膜上含有酶系统,中介体与细菌呼吸、细菌分裂时横隔的形成、染色体复制与分配上有密切关系。

(3) 质粒:是存在于细胞浆中的一小段染色体外的遗传物质,能自体复制,并能在细菌细胞浆中延续多代,质粒是一段环状的双股脱氧核糖核酸(DNA)。一些细菌的质粒上携带着耐抗菌素的基因和毒力基因,如葡萄球菌的质粒上携带着产生青霉素酶的基因,因此细菌的质粒与耐药性的传递有关。

(4) 内含颗粒:细菌细胞浆中含有一种内含颗粒,如异染颗粒、脂类颗粒与多糖颗粒等,它们是细菌贮藏的营养物质或代谢产物。白喉杆菌细胞浆中含有异染颗粒,其内含有大量聚合的无机磷酸盐,对碱性染料有强的亲和力,如以美蓝染色时,被染成蓝紫色,细菌细胞浆为浅蓝色,故名异染颗粒。异染颗粒在光学显微镜下就能看到,对鉴定

白喉杆菌有一定价值。

4. 核：细菌的核和高等生物不同，没有核膜将核与细胞浆分开，也没有核仁，所以也称为核器或核体。

细菌的核是单一的双股 DNA(或称染色体)，在超薄切片电镜下，是由极细的纤维状物质所构成。大肠杆菌的核为长约 $1100\mu\text{m}$ 的环状双股 DNA，在细胞内 DNA 细丝往返折迭紧密排列成束状(见图 4)。与其他动植物细胞不同的是，细菌的 DNA 不结合到蛋白质上。

细菌细胞内核的数目可由一个到多个，形态也不一样，有的集中在细菌细胞中央或周围，有的以较小的颗粒分散在整个细胞中。核分裂先于细胞分裂，细菌核的复制靠简单的分裂，而不是靠有丝分裂。

细菌的核是遗传的物质基础，它将遗传信息传给子代，并且指导 RNA 的合成。RNA 是蛋白质和其他细胞成分的合成所必需的。

(二)细菌的特殊结构 除上述基本结构外，某些细菌还具有特殊结构，如荚膜、鞭毛、菌毛和芽胞。

1. 荚膜：有些细菌如肺炎球菌、炭疽杆菌等可向细胞壁外面分泌一种较厚的粘液性物质，包围在菌体周围，当此粘液层厚度达 $0.2\mu\text{m}$ 以上，在光学显微镜下可看到，称荚膜(图 5)。荚膜的产生与细菌所处的环境有关，有荚膜的细菌在人和动物体内和含有血清或血液的培养基上形成。荚膜对染料的亲和力低，用普通染色法不易着色，需用特殊的荚膜染色法才能着色。

荚膜的化学成分因细菌种类和型别而不同，一般含多糖或多肽。如肺炎球菌的荚膜由多糖组成，许多杆菌的荚膜为多肽，如炭疽杆菌的荚膜由谷氨酸五肽组成。因细菌荚膜化学成分不同，所以抗原性也不同，在鉴定菌种及菌型上有一定价值，如肺炎球菌荚膜多糖的化学成分不同，可将其分为不同的型别。

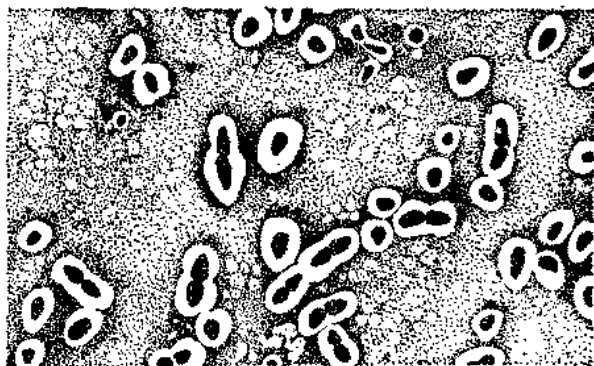


图 5 细菌的荚膜

荚膜与细菌的致病力有关。具有荚膜的致病菌能抵抗体内吞噬细胞的吞噬，利于细菌在体内生长繁殖，因此荚膜对细菌有保护作用。有致病性的肺炎球菌都有荚膜，失去荚膜后，则致病性消失。

多种细菌在菌体周围具有类似荚膜的一些薄层结构，如溶血性链球菌的 M 蛋白，伤寒杆菌的 vi 抗原，这些结构在光学显微镜下看不到，称微荚膜或细胞壁的外层。在体内也可阻止吞噬细胞的吞噬。

2. 鞭毛：大多数弧菌和螺菌、一些杆菌、少数球菌具有鞭毛。鞭毛是长的丝状物，一般比菌体要长。鞭毛是细菌的运动器官，具有鞭毛的细菌能主动运动。根据鞭毛的数目和排列不同，可将有鞭毛的细菌分成三类：

(1) 单毛菌：只有一根鞭毛，位于菌体的一端，如霍乱弧菌。

(2) 丛毛菌：有一束鞭毛，位于菌体的一端，如产碱杆菌。

(3) 周毛菌：菌体周身有鞭毛，如伤寒杆菌(图 6)。

鞭毛呈圆柱螺旋形，在光学显微镜下看不到，需用特殊染色法人工地使鞭毛直径增大，或在电镜下才能看到(见图 7)。

鞭毛的化学组成与菌体不同，几乎完全是蛋白质，具有很好的抗原性和高度特异性，因此在鉴定细菌上有重要意义。

3. 菌毛：某些细菌在电镜下可见有较鞭毛短而细的丝状物，称菌毛或纤毛，其化学成分为蛋白质(见图 8a)。

菌毛分为普通菌毛和性菌毛。普通菌毛广泛地存在于肠道菌，在每个细菌细胞上可有 50~400 根。带有菌毛的细菌，对动植物细胞附着力很强，利于表面生长，可能与致病性有关。性菌毛比普通菌毛稍长，数目比较少，是一种性接合器官，可在细菌之间传递耐药基因(见图 8b)。

4. 芽胞：某些杆菌发育到一定程度时，在细胞内形成一个圆形或卵圆形的特殊构造，称为芽胞。各种细菌芽胞的形状、大小及在菌体内的位置不同，可以帮助鉴别细菌。如炭疽杆菌的芽胞位于菌体中央，呈卵圆形，比菌体小；破伤风杆菌的芽胞位于顶端，正圆形，比菌体大，形似鼓槌(图 9)。一般致病菌一个菌体形成一个芽胞，一个芽胞发育成一个菌体。

成熟的芽胞是一个复杂的多层结构(见图 10a、b)。并具有特有的化学组成，因此芽胞对外界环境有很强的抵抗力。芽胞对热、干燥、化学药品、紫外线及离子辐射都有抵抗力，并有在代谢上不活泼，有折光性，不易着色的特点。有些细菌的芽胞可抗煮沸数小时，在干燥下可保持活力许多年。芽胞的抗热性与皮质中存在的吡啶二羧酸有关，这是细菌芽胞所特有的一种化合物。由于芽胞具抗热性，所以对外科手术器械、注射器、敷料等的消毒灭菌时，必须要以达到消灭芽胞为标准。

细菌形成芽胞是种的特性。芽胞的形成一般发生在对数生长末期，此时培养基中的碳源或氮源，生长因素或无机盐等主要营养物质已消耗殆尽。在适当的条件下芽胞能被激活，萌发出芽变为一个新的细菌细胞。

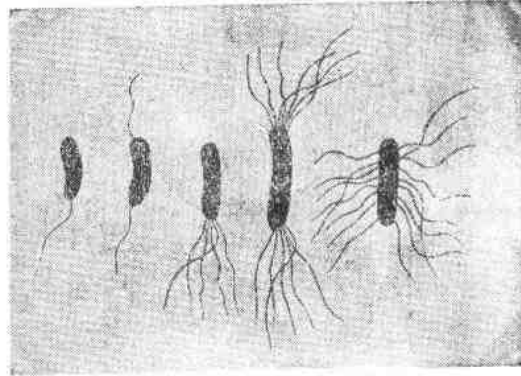


图 6 细菌鞭毛类型模式

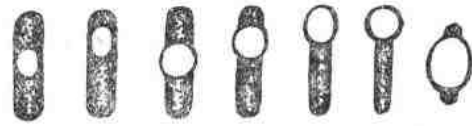


图 9 细菌芽胞形态与位置模式

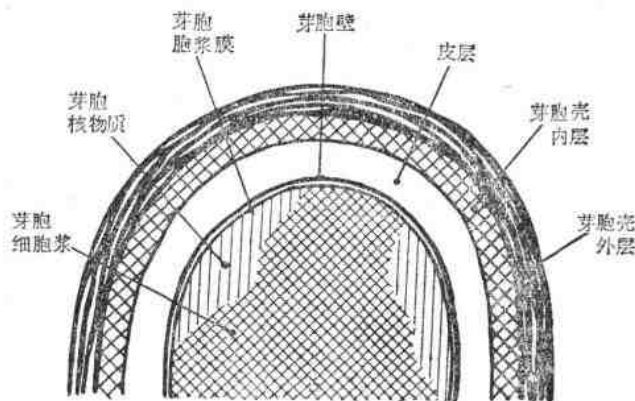


图 10a 细菌芽胞结构模式

三、细菌形态检查法

细菌的个体非常微小，需用显微镜放大才能看到。因为目的要求不同，应用的方法也不同，如观察细菌的动力用不染色法，观察一般形态结构用染色法。观察细菌的细微结构则需用电子显微镜及其他技术等。

(一)不染色法 观察细菌的生活状态，需用不染色法。细菌无色半透明，折光性与周围环境相差不多，在普通光学显微镜下不易看清其形态结构，但可用以观察细菌的动力。最简便的方法是压滴法，即是将菌液置于载玻片上，其上加一张盖玻片，镜检。

(二)染色法 为了容易观察细菌的形态结构可将细菌加以染色，并可帮助鉴别细菌。

细菌染色时多用碱性苯胺染料，如美蓝、碱性复红、结晶紫等。这是因为细菌蛋白质的等电点低，一般在 pH2~5 之间。在中性、碱性及弱酸性溶液中，细菌都带阴电，因此易于与带阳性离子的碱性染料结合着色。

1. 单染色法：是用一种染料染色，如美蓝或复红等，使细菌染成一种颜色，此法能显示细菌的形态及大小。

2. 复染色法：是用两种染料染色，此法除能显示细菌的形态结构外，因不同的细菌可以染上不同的颜色，所以有鉴别细菌的价值。常用的有：

(1) 革兰氏染色法：是细菌学与临床最常用的鉴别染色法。此法的染色步骤是先用结晶紫（或龙胆紫）染色，次加碘液媒染，再用酒精脱色，最后用稀释复红（或沙黄）复染。凡不被酒精脱色，染成紫色者，为革兰氏阳性菌；如细菌被酒精脱去紫色，而复染成红色者，为革兰氏阴性菌。因此革兰氏染色法可将细菌分为两大类，对于细菌的鉴别有重要意义。染色性与其他特性也有关，如对抗菌素的敏感性上的不同，大多数革兰氏阳性菌对青霉素敏感；而多数革兰氏阴性菌对氯霉素敏感，可助临床选用药物。在致病作用上也不相同，革兰氏阳性菌多产生外毒素；而革兰氏阴性菌多具有内毒素。

关于革兰氏染色的原理，现在的研究认为细菌对革兰氏染色反应的不同是因为其细胞壁对菌体内形成的染料与碘复合物的通透性不同。革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌结合染料和碘大致一样，然而用 90% 以上酒精处理时，就可看到从两种细菌所提取的复合物有所不同，革兰氏阳性菌贮留复合物，而从革兰氏阴性菌中则易于提出来。因此认为革兰氏阳性菌用酒精等一般脱色剂处理时，造成细胞壁脱水，而引起细胞壁对在菌体内形成的染料与碘复合物的通透性减低。

(2) 抗酸染色法：是鉴别抗酸性菌与非抗酸性菌的染色法。抗酸性细菌如结核杆菌和麻风杆菌，经石炭酸复红加温染色，再以盐酸酒精脱色，最后用美蓝复染，此二菌能抵抗酸酒精的脱色，染成红色，而其他非抗酸性细菌被染成蓝色。一般认为结核杆菌等的抗酸特性是由于其含的脂类物质的原因，但也与细胞膜的选择性通透作用有关。

3. 特殊染色法：有些细菌的结构和荚膜、芽胞、鞭毛等，用普通染色法不易着色，需用特殊染色法才能使之着色。常用的特殊染色法有荚膜染色法、芽胞染色法、鞭毛染色法、异染颗粒染色法等。

(三)显微镜检查法 观察细菌的显微镜有：

1. 普通光学显微镜：是观察细菌必不可少的仪器，光源是日光或灯光，在普通光学显微镜下观察的物质，其大小超过肉眼所能感受的光波一半时即 200nm 才能看到，故仅

能观察到细菌细胞的形态和结构的大致情况。

2. 暗视野显微镜：细菌微小透明，如不染色在普通光学显微镜下不易看清，若视野变黑，菌体发亮就容易观察。暗视野显微镜就是根据此原理在普通光学显微镜上装上暗视野集光器，以代替普通集光器。因为光线不能直接上升，所以背景是黑的。但从集光器斜射到菌体上的光线，由于散射作用而发出亮光，反射到接物镜内，所以在黑暗的视野中看到发亮的菌体。此法用于检查不染色的细菌及螺旋体的运动力。

3. 相差显微镜：其结构与普通光学显微镜相似，主要区别在一块相差板和光栅，可使一部分光束的速度减慢，因而使细菌等标本与视野背景成鲜明的对比，容易观察。相差显微镜适于观察不染色的细菌及在组织切片中寻找细菌。

4. 荧光显微镜：用紫外线作为光源，荧光素在紫外线下照射时，能改变这种肉眼不可见光为可见光，而发出荧光。将细菌用荧光素着色，然后放在显微镜下检查，就可以看见视野背景是黑色，而细菌发出闪烁的荧光。应用此法在标本中菌量很少时也容易查见，现在免疫学中也广泛使用。

5. 电子显微镜：电子显微镜用电子作光源，电子的波长极短，为 $0.05\text{\AA}$ （为可见光线的十万分之一），分辨率可达到 $2\text{\AA}$ （ $1\text{\AA} = 1/10$ 毫微米），可将物体放大 $20\sim 40$ 万倍。用电子显微镜可以看到细菌细胞内的一切超微结构以及各种病毒的形态结构等。超薄切片是电子显微镜应用中的又一重要进展，细菌的超薄切片对细菌细胞的超微结构可得到更详细的观察。此外还有扫描电镜，可以观察细菌及细胞的表面结构。电子显微镜的应用揭开了生物学上新的微观世界，是生物科学发展的一个飞跃。

（济南卫校 李风垣）

第三章 细菌生理学

细菌生理学是研究细菌的营养、代谢、生长、繁殖等生理活动以及与外界环境相互关系的科学。研究细菌的生理学对于提高细菌分离培养、生物制品产量、抗菌素和化学疗剂的疗效、了解细菌的致病作用、以及对传染病的诊断和防治等都有很大的重要性。

一、细菌的化学组成

所有的细菌化学组成基本相似，含有占细菌重量 80% 的水分，约占细菌干重 40% 的简单或结合蛋白质，10% 的核酸，15% 的糖类，15% 的脂类，10% 的粘肽，以及 10% 的无机盐等，各种成分的含量，随细菌的种类、菌龄及培养的成分而有不同。

二、细菌的生长繁殖

（一）生长繁殖的条件

1. 营养物质：细菌生长所需要的主要元素是碳、氢、氧和氮，及少量硫、磷、钠、钾、镁、铁和锰等。碳和氮是细菌生长需要的大量元素。

（1）水：水是细菌细胞的主要成分，供给生长需要的氢和氧，是进行生化反应和新陈代谢的必须物质。

（2）碳和能源：致病菌必须供给有机化合物作为碳源和能源。细菌裂解有机化合物

产生用于生物合成的原料,以及将 ADP 转为 ATP。一般作为碳源和能源的有机化合物为糖类、有机酸、醇类等。有些细菌分解糖的能力较差,如梭状芽胞杆菌以氨基酸作为碳和能源。

(3) 氮源:氮是构成细菌蛋白质与核酸的主要元素。有些细菌可以利用无机氮化合物如铵盐为氮源,多数致病菌需供给有机氮化合物才能生长。一般供给蛋白质的水解产物蛋白胨,蛋白胨含有全部重要氨基酸。

(4) 无机盐:细菌在生长上需要供给无机盐,特别是磷、硫、钠、钾、镁、铁、锰和钙。无机盐的主要功能是构成细菌细胞和酶的成分,维持酶的活性,调节渗透压。

(5) 生长因素:细菌生长除需要以上营养物质外,还需要少量维生素作为营养物,这种营养物称为生长因素。细菌需要的生长因素主要是维生素乙族化合物,通常由肉汁或酵母汁供给。

培养基:用人工方法配制细菌生长所需要的营养物质,称为培养基。培养基按形状分为液体、固体及半固体,根据性质及用途可分为:

① 基础培养基:最常用的为肉汤培养基与普通琼脂培养基,肉汤培养基的成分是牛肉浸液、蛋白胨、食盐等。其中加入 2~3% 琼脂,即成固体的琼脂培养基。如加入 0.5% 琼脂,即成半固体培养基。生物合成能力强的细菌对营养要求低,在此种培养基中即可生长。

② 营养培养基:有些细菌生物合成能力低或因生长时的特殊需要,在基础培养基中需加入特别的生长因素或某种特殊的氨基酸才能生长。一般加入血液、血清、葡萄糖、腹水、酵母浸膏、鸡蛋等。

③ 鉴别培养基:培养基中加入各种糖类及指示剂,根据细菌对不同糖的发酵能力及产酸产气情况,来帮助鉴别细菌,如糖发酵培养基。此外在培养基中尚可加入抑制剂,用来选择性地抑制肠道非病原菌生长,以利于病原菌生长,如 S.S. 琼脂、伊红美蓝培养基、麦康克培养基等。

2. 酸碱度:大多数细菌生长最适的酸碱度为 pH7.2~7.6。个别细菌如霍乱弧菌在碱性 pH8.0 环境中生长良好。

3. 温度:致病菌生长最适温度为 37℃,与人的体温相同。

4. 气体:主要是氧和二氧化碳。需氧菌必须在有空气或游离氧存在时生长,如结核杆菌。厌氧菌必须在没有游离氧时才能生长,如破伤风杆菌。大多数细菌属兼性厌氧菌,在有氧无氧环境下都能生长。

目前认为细菌生长需要少量二氧化碳,一般由大气或细菌本身代谢反应产生的二氧化碳来供给。有的细菌如流产布氏杆菌当从人体初次分离时,需要 5~10% 离浓度二氧化碳才能生长。

(二)繁殖方式、速度与生长曲线

1. 繁殖方式:细菌主要以简单的二分裂法进行繁殖。球菌的分裂可从任一直径进行,杆菌的分裂沿横径进行。细菌分裂时,细胞长大,一般由原长度增长一倍,细胞浆由细胞膜和细胞壁向内生长的横隔分成近似的二等份,然后分裂成二个子细胞。有的细菌如结核杆菌有分枝生长现象(图 11、12)。

2. 繁殖速度:在适宜条件下,细菌繁殖速度很快,大多数细菌约 20~30 分钟分裂一次。如 20 分钟分裂一次的一个细菌,24 小时可以繁殖成 1×10^{21} 个细菌,但由于营养