

党的十九大对优先发展教育事业，加快教育现代化，办好人民满意的教育作出了重要部署，对发展职业教育提出了新的要求——完善职业教育和培训体系，加快实现职业教育的现代化，深化体制机制改革，加强师德建设，深化产教融合、校企合作，提升职业教育开放水平和影响力。为我国新时代职业教育和继续教育指明了方向，明确了任务。

科学出版社深入贯彻党的十九大精神，积极落实教育部最新《中等职业学校专业教学标准（试行）》要求，并结合我国医药职业院校当前的教学需求，组织全国多家医药职业院校编写了本套“全国中等职业教育数字化课程建设规划教材”。本套教材具有以下特点。

1. 新形态教材 本套教材是以纸质教材为核心，通过互联网尤其是移动互联网，将各类教学资源与纸质教材相融合的一种新形态教材。读者可通过“爱一课”互动教学平台，用手机扫描书页，快速实现图片、音频、视频、3D模型、课件等多种形式教学资源的共享，并可在线浏览重点、考点及对应习题，促进教学活动的高效开展。

2. 对接岗位需求 本套教材中依据科目的需要，增设了大量的案例和实训、实验及护理操作视频，以期让学生尽早了解护理工作内容，培养学生学习兴趣和岗位适应能力。教材中知识链接的设置，旨在扩大学生知识面，鼓励学生探索钻研专业知识，不断进步，更好地对接岗位需求。

3. 切合护考大纲 本套教材紧扣最新《护士执业资格考试大纲（试行）》的相关标准，清晰标注考点，并针对每个考点配以试题及相应解析，便于学生巩固所学知识，及早与护考接轨，适应临床护理岗位需求。

本书在编写中作出以下尝试：一是按照知识逻辑顺序，将病原微生物与寄生虫部分合并为病原生物，并将细菌概述部分内容进行了整合，顺序上将免疫学基础部分放在病原生物之后，全书共12章；二是每章节均设计临床案例，通过临床情境和问题导入，实现本课程内容与临床岗位的对接，提升学生主动学习能力；三是教材编写以教学基本要求和《护士执业资格考试大纲（试行）》为指导，设置护考考点，便于学生突破教学重难点；四是配套有数字化教学资源，提升教学效果。

本课程建议教学时数54学时，各使用学校可根据具体情况予以调整。免疫学基础部分对中职学生的认知能力要求较高，各校在教学时可依据实际情况予以取舍，亦可调整教学顺序。

本书在编写过程中，得到了各位编委和所在学校的大力支持，在此一并表示感谢。因经验和编写能力所限，本教材存在的疏漏之处，恳请广大师生批评指正。

编者

2018年1月

第 1 章 绪论	1
第 2 章 细菌概述	5
第 1 节 细菌的生物学特性	5
第 2 节 细菌与外界环境	12
第 3 节 细菌的致病性与感染	18
第 3 章 常见病原菌	23
第 1 节 病原性球菌	23
第 2 节 肠道杆菌	30
第 3 节 弧菌属	34
第 4 节 分枝杆菌属	36
第 5 节 厌氧性细菌	39
第 6 节 其他病原菌	42
第 4 章 其他原核细胞型微生物	44
第 1 节 螺旋体	44
第 2 节 立克次体	46
第 3 节 衣原体	46
第 4 节 支原体	47
第 5 节 放线菌	48
第 5 章 真菌	50
第 1 节 真菌概述	50
第 2 节 常见病原性真菌	53
第 6 章 病毒概述	56
第 1 节 病毒的基本性状	56
第 2 节 病毒的致病性与免疫性	59
第 3 节 病毒感染的检查方法与防治原则	61
第 7 章 常见病毒	64
第 1 节 呼吸道病毒	64
第 2 节 肠道病毒	67
第 3 节 肝炎病毒	69
第 4 节 人类免疫缺陷病毒	73
第 5 节 其他病毒	74
第 8 章 人体寄生虫概述	81
第 9 章 常见人体寄生虫	85
第 1 节 医学蠕虫	85
第 2 节 医学原虫	94
第 10 章 免疫学基础	100
第 1 节 抗原	100
第 2 节 免疫系统	104
第 3 节 免疫应答	112
第 4 节 抗感染免疫	118
第 11 章 临床免疫	126
第 1 节 超敏反应	126
第 2 节 自身免疫病与免疫缺陷病	132
第 12 章 免疫学应用	136
第 1 节 免疫学防治	136
第 2 节 免疫学诊断	138
实验指导	142
实验一 细菌的形态结构观察	142
实验二 细菌的培养和生长现象观察	144
实验三 细菌的分布与消毒灭菌	146
实验四 常见人体寄生虫	148
实验五 免疫学实验	149
参考文献	153
教学基本要求	154
自测题参考答案	160

案例 1-1

某校学生在食堂集体用餐后, 120 名学生出现恶心、呕吐、腹泻等症状, 伴有低热, 到医院就医检查血常规结果为白细胞升高。取呕吐物进行微生物检查, 镜下观察可见革兰阳性球菌, 普通培养基培养可见圆形中等大小的金黄色菌落。医生诊断为因感染金黄色葡萄球菌而导致食物中毒、急性胃肠炎。

1. 引起此病的病原体属于微生物的哪一型?
2. 该型微生物的特点是什么?

一、病原生物的概念与特点

我们生活的地球生命形式多样, 生物种类繁多, 其中包括微生物和寄生虫。部分具有致病性的微生物与寄生虫合称为病原生物。还有一些微生物和寄生虫在正常情况下不致病, 只有在特定情况下才致病, 称其为条件致病生物, 如条件致病菌。

(一) 微生物

微生物是存在于自然界的一群肉眼不能直接看到的体形微小、结构简单, 必须借助于光学显微镜或电子显微镜才能观察到的微小生物。微生物广泛分布在土壤、水和空气等自然界中, 在人、动物和植物的体表及与外界相通腔道中也存在大量的微生物。绝大多数微生物对人类是有益的, 少数微生物能引起人和动物、植物疾病, 这些具有致病性的微生物称为病原微生物。微生物具有如下特点。

1. 个体微小 微生物的体形极其微小, 绝大多数是以纳米或微米为测量单位的非细胞或单细胞形式存在。各种微生物大小差异明显。

2. 结构简单 微生物由原核或真核细胞生命物质所组成, 以单细胞、简单多细胞或无细胞形式存在, 结构简单。

3. 种类繁多 微生物的种类很多, 按其结构和组成可分为三大类。

(1) 非细胞型微生物: 是最小的一类微生物, 能通过细菌滤器, 无完整细胞结构, 缺乏产生能量的酶系统, 必须寄生于活的易感细胞内生长繁殖。此型微生物如病毒。

(2) 原核细胞型微生物: 这类微生物由单细胞组成, 细胞核分化程度低, 无核膜、核仁, 染色体为裸露的 DNA 分子, 胞浆中缺乏完整的细胞器。此型微生物包括细菌、支原体、衣原体、立克次体、螺旋体和放线菌。

(3) 真核细胞型微生物: 这类微生物细胞核分化程度较高, 有核膜、核仁和染色体, 胞质内有完整的细胞器。此型微生物如真菌。

4. 分布广泛 在自然界, 微生物可谓无处不有, 无孔不入, 土壤、水、空气, 甚至是太空、火山等极端环境, 都有微生物的存在。我们人体的皮肤、口腔、胃肠道、泌尿生殖器官等部位,

也分布种类、数量巨大的微生物。

5. 繁殖迅速 微生物代谢旺盛,繁殖迅速。微生物的繁殖方式简单,绝大多数为无性繁殖,繁殖速度极快,很多细菌 20 分钟即可繁殖一代,在生物界,微生物具有最高的繁殖速度。

6. 数量巨大 由于微生物的营养谱极广,生长条件要求不高,繁殖较快,因此凡有微生物生存之处,都有巨大的数量,其中土壤中的微生物最多,如每克土壤可含几亿个细菌。人的肠道中寄居着 100~400 种微生物,为肠道正常菌群,总数可达 100 万亿个。

7. 容易变异 微生物与外界环境直接紧密接触,易受环境因素的影响,发生突变,有很强的外环境适应力。如细菌的形态、结构、毒力、耐药性等发生变异。

(考点:微生物的种类)

知识链接

你知道微生物与人的关系吗

微生物分布广泛,自然界、人和动物的体表及与外界相通的腔道中都有数量不等、种类不同的微生物存在。绝大多数微生物对人和动、植物是有益的,有些是必需的。它们参与自然界的物质循环,如土壤中的微生物能将死亡动、植物的蛋白质转化为含氮的无机化合物,供植物生长需要,没有微生物,植物就不能进行代谢,人类和动物也将难以生存;在农业方面,广泛应用微生物制造菌肥、植物生长激素等,还利用微生物杀死害虫;在工业方面,微生物广泛应用于食品、皮革、纺织、石油、化工、冶金等行业;在医药工业方面,利用微生物制造抗生素、维生素和辅酶等;在环保工程中,利用微生物降解有机磷、氰化物等。近年来,在基因工程技术中用微生物作为基因载体生产胰岛素、干扰素等生物制品。

(二) 寄生虫

在生物界,一些低等生物失去了自主生活能力,暂时或永久居留其他生物体表或体内,从这些生物中摄取营养,维持生存,并对其产生损害,这些低等生物称为寄生虫。

寄居在人体并引起机体损伤的寄生虫,称为人体寄生虫,包括医学原虫、医学蠕虫和医学节肢动物三类。

1. 医学原虫 为单细胞真核动物,具有独立和完整的生理功能。寄生于人体的原虫均属原生动物门,共 40 余种,其中有一些对人体是致病的。包括叶足虫纲如溶组织内阿米巴、鞭毛虫纲如利士曼原虫、孢子虫纲如疟原虫和纤毛虫纲如结肠小袋纤毛虫。

2. 医学蠕虫 为多细胞无脊椎动物,体软,借肌肉伸缩蠕动。寄生于人体的蠕虫约 160 余种,其中重要的有 20~30 种。包括属于扁形动物门吸虫纲的吸虫和绦虫纲的绦虫;线形动物门线虫纲的线虫;棘头动物门棘头虫纲的棘头虫。

3. 医学节肢动物 主要指无脊椎动物中的节肢动物门,有 13 个纲,与人类关系密切的主要有蛛形纲的蠕蛛类和昆虫纲的昆虫。

二、免疫的概念与功能

人类对免疫的认识源于对传染病的抵抗力。免疫的原意是免除或逃避“税捐”或“兵役”,后被用于医学领域将其含义引申为“免除瘟疫”(瘟疫即传染病),是指机体对病原生物所致疾病的抵抗能力,其结果对机体有利。

随着科学技术的不断发展和对免疫学的深入研究,人们发现免疫不仅仅局限于抗感染免疫。如

临床上血型不符的输血会引起严重的输血反应；异体之间的植皮会出现强烈的移植排斥反应；使用青霉素等药物会引起过敏反应及植物花粉引起的过敏反应等。这些现象都说明机体具有识别“非己”物质的能力，而这些“非己”物质并不一定都是病原生物，其反应的结果也并非都对机体有利。

（一）免疫的概念

免疫是指机体识别和排除抗原性物质，维持自身平衡与稳定的一种生理功能。

（二）免疫的功能

机体的免疫功能是由免疫系统来完成的。免疫功能对机体的影响有利有害，在正常情况下，机体免疫系统能识别“自己”和“非己”物质，能有效地清除细菌、病毒等微生物和体内的肿瘤细胞、衰老、死亡细胞等，使机体内环境保持稳定，对机体有利。但在一定条件下，也可以导致组织损伤或生理功能紊乱，对机体产生有害反应，其结果就是发生免疫性疾病。机体的免疫功能主要体现在以下三个方面（表 1-1）。

表 1-1 免疫的功能及表现

免疫功能	正常表现	异常表现
免疫防御	抵抗各种感染	超敏反应/免疫缺陷病
免疫稳定	清除衰老、损伤的细胞	自身免疫病
免疫监视	清除突变细胞	肿瘤

1. 免疫防御 即通常所指的抗感染免疫。是机体对外来抗原（如病原微生物及其毒性产物）侵害机体时表现的一种生理性的保护反应。功能正常时，可抵抗各种病原生物的入侵，对已侵入机体的病原微生物及其毒性产物能及时清除，以保护机体免受感染。若此功能低下或缺陷时，病原生物即可在体内大量生长繁殖而引起免疫缺陷病，如反复感染、艾滋病等；倘若此功能过强，可引起机体组织细胞损伤或生理功能异常而导致超敏反应的发生。

2. 免疫稳定 是指机体免疫系统各组成之间的相互协调，以保证机体内环境相对平衡与稳定的一种生理功能，主要针对衰老、凋亡或受损的细胞。当功能正常时，能及时清除体内的衰老、凋亡或受损的细胞，使机体的各项生理功能处于最佳状态；若此功能紊乱，会导致辨“异”失误，使机体正常组织细胞遭到破坏，引起自身免疫病。

3. 免疫监视 是机体免疫系统对自身各组织细胞是否正常的一种监督机制。主要针对突变的细胞和病毒感染细胞，由体内的淋巴细胞来完成。该功能正常时，可及时发现和清除功能异常、发生突变的细胞和病毒感染细胞；若此功能降低时，则易发生肿瘤和病毒持续感染。

（考点：免疫的三大功能）

自测题



A₁/A₂ 型题

1. 属于非细胞型微生物的是（ ）

A. 真菌 B. 细菌 C. 放线菌

D. 病毒 E. 螺旋体

2. 原核细胞型微生物不具备的结构是（ ）

A. 细胞壁 B. 细胞膜 C. 细胞质

- D. 核质 E. 核膜
3. 寄居在人体并引起机体损伤的寄生虫，不包括 ()
- A. 医学原虫 B. 医学蠕虫
C. 医学节肢动物 D. 哺乳动物
E. 华支睾吸虫
4. 有关免疫错误的描述是 ()
- A. 机体可识别抗原性异物
B. 机体可排除抗原性异物
C. 机体可清除外来入侵者
D. 维护自身生理平衡
E. 以上都不对

(郑小波)

第1节 细菌的生物学特性

案例 2-1 某患者，女性，41岁，近1个月余咳嗽咳痰，并痰中带血。患者消瘦、感觉乏力，入院就诊。医生对患者痰标本进行检查，其结果是感染结核分枝杆菌，确诊为肺结核。

1. 医生是如何观察到结核分枝杆菌的？
2. 结核分枝杆菌的形态特点是什么？

细菌是一类具有细胞壁的原核细胞型微生物，在一定环境条件下，细菌有相对稳定的形态和结构。了解细菌的形态和结构，对研究细菌的生理功能、致病机制、免疫性及鉴别细菌、诊断和防治疾病等具有重要意义。

一、细菌的大小与形态

（一）细菌的大小

细菌个体微小，需用显微镜放大数百至上千倍才能看到。通常以微米(μm , $1\mu\text{m}=1/1000\text{mm}$)作为测量单位。不同种类的细菌大小不一，同种细菌随菌龄和环境变化有所差异。多数球菌的直径约为 $1\mu\text{m}$ ，中等大小的杆菌长 $2.0\sim 3.0\mu\text{m}$ 、宽 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 。

（二）细菌的形态

细菌的基本形态有球形、杆形和螺旋形三种。根据形态特征可将其分为球菌、杆菌和螺旋菌三大类(图2-1)。

1. 球菌 菌体呈球形或近似球形(肾形、豆形、矛头形等)。根据其繁殖时细菌分裂平面和分裂后排列方式的不同可分为以下几种。

(1) 双球菌：细菌沿一个平面分裂，分裂后两个菌体成双排列，如脑膜炎奈瑟菌。

(2) 链球菌：细菌沿一个平面分裂，分裂后多个菌体相连排列成链状，如溶血性链球菌。

(3) 葡萄球菌：细菌沿多个不规则的平面分裂，分裂后菌体不规则地堆积呈葡萄串状排列，如金黄色葡萄球菌。

此外，还有沿两个相互垂直的平面分裂为四个菌体，分裂后每四个菌排列呈正方形的四联球菌；沿三个垂直平面分裂为八个菌体，分裂后八个菌体叠在一起排列呈正方体的八叠球菌。无论何种球菌，有时可看到单个菌体存在。

2. 杆菌 杆菌种类很多，其大小、长短、粗细均有差异。杆菌形态多数呈杆状，也有的菌体微弯，两端钝圆膨大或平切，长丝状或短球状。根据菌体两端形状和排列方式，可分为球杆菌、棒

状杆菌、分枝杆菌和链杆菌等。杆菌多为分散存在，少数呈链状、栅栏状、八字状或分支状排列。

3. 螺形菌 螺形菌菌体弯曲，可分为两类。

(1) 弧菌：菌体只有一个弯曲，呈弧形或逗点状，如霍乱弧菌。

(2) 螺菌：菌体有数个弯曲，如鼠咬热螺菌。有的菌体细长弯曲呈螺旋形，成为螺杆菌，如幽门螺旋杆菌。

通常细菌在适宜条件下培养 8~18 小时，形态较为典型，当培养基成分、pH、培养时间及温度等环境条件改变时或细菌受抗生素等作用后，菌体则可能出现多形态。所以，在细菌的研究、鉴别及实验室诊断时应予以注意。

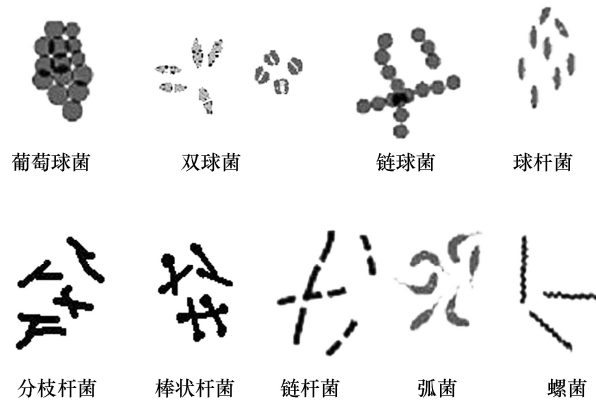


图 2-1 细菌的基本形态

二、细菌的结构

细菌的结构包括基本结构和特殊结构两部分。基本结构是各种细菌所共有的，包括细胞壁、细胞膜、细胞质和核质等；特殊结构是某些细菌在一定条件下所特有的结构，包括荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢等（图 2-2）。

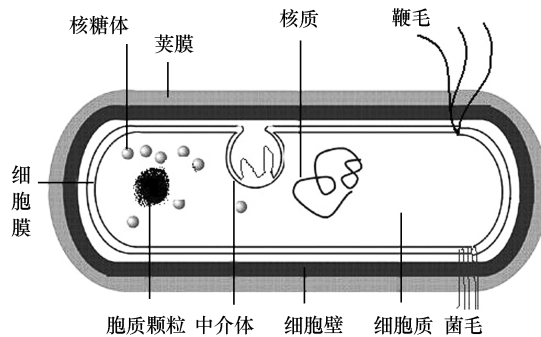


图 2-2 细菌结构

（一）细菌的基本结构

1. 细胞壁 细胞壁（cell wall）是包被于细胞膜外的坚韧而富有弹性的膜状结构。细胞壁的化学组成比较复杂，其厚度因菌种而异。光学显微镜下不易看到，经高渗溶液处理使其与

细胞膜分离后，再经特殊染色才可见，或用电子显微镜可直接观察。用革兰染色法可将细菌分为两大类，即革兰阳性菌（ G^+ 菌）和革兰阴性菌（ G^- 菌）。两类细菌细胞壁的结构和化学组成具有明显差异。

（1） G^+ 菌：细胞壁较厚（20~80nm），主要是由肽聚糖和磷壁酸构成。

1）肽聚糖：又称黏肽，是 G^+ 菌细胞壁的主要化学成分，由聚糖骨架、四肽侧链和五肽交联桥三部分形成坚韧牢固的三维立体结构（图 2-3）。 G^+ 菌细胞壁的肽聚糖层数多，15~50 层；含量高，占细胞壁干重的 50%~80%。凡是能破坏肽聚糖结构或抑制其合成的物质，均可损伤细胞壁而使细菌变形或裂解。如青霉素、溶菌酶能干扰肽聚糖的合成，故对 G^+ 菌有杀灭作用。

2）磷壁酸：是 G^+ 菌特有成分，穿插于肽聚糖中，并延伸至细胞壁外。磷壁酸抗原性很强，是 G^+ 菌重要的表面抗原。磷壁酸具有黏附宿主细胞的作用，与细菌的致病性有关。

（2） G^- 菌：细胞壁较薄（10~15nm），由肽聚糖和外膜构成。

1）肽聚糖：其结构与 G^+ 菌不同，仅由聚糖骨架和四肽侧链构成，无五肽交联桥，为疏松的二维平面结构（图 2-3）。 G^- 菌细胞壁的肽聚糖含量少，只有 1~2 层，占细胞壁干重的 5%~20%。

2）外膜：是 G^- 菌特有的化学成分，位于肽聚糖层外。外膜占细胞壁干重的 80%，是 G^- 菌细胞壁的主要结构，由内向外依次为脂蛋白、脂质双层、脂多糖（lipopolysaccharide, LPS）三层结构（图 2-3）。脂多糖是 G^- 菌的内毒素，菌体裂解后方可释放，与细菌的致病性有关。不同种类的细菌脂多糖结构一致，因此其对机体的毒性作用大致相同。 G^- 菌细胞壁含肽聚糖少，且有外膜多层结构的保护作用，因此，对青霉素、溶菌酶不敏感。

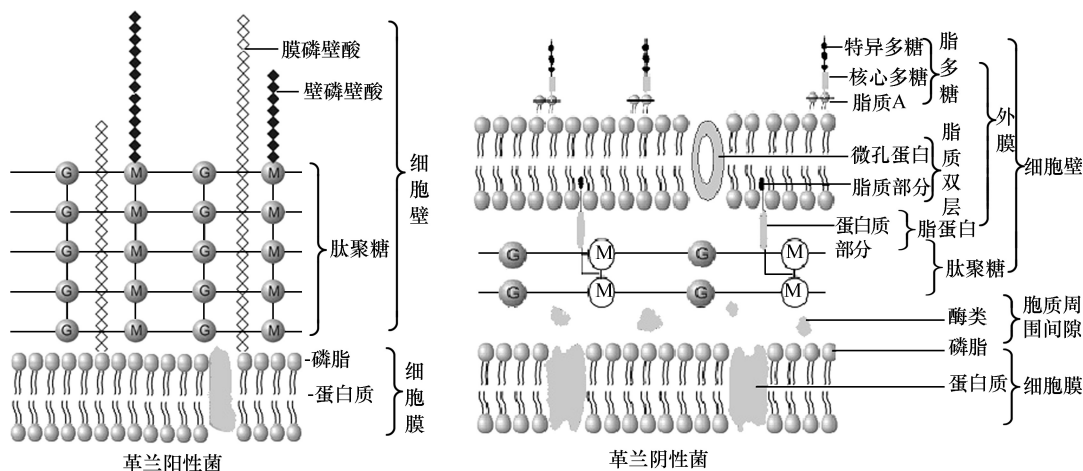


图 2-3 细菌细胞壁结构

由于 G^+ 菌和 G^- 菌的细胞壁结构不同，导致两类细菌在染色性、免疫原性、致病性及对抗菌药物的敏感性等方面均有很大差异。如果细菌受某些理化或生物因素作用，细胞壁破坏或合成受抑制，但在高渗环境中仍可生长繁殖，这种细菌称为细胞壁缺陷型细菌或L型细菌。

细胞壁的主要功能：①维持细菌的固有形态；②参与细菌内外物质交换；③保护细菌抵抗低渗环境；④与细菌的致病性、免疫原性、药物敏感性、染色性有关。

2. 细胞膜 细胞膜是位于细胞壁内侧，紧密包绕细胞质的一层柔软并具有弹性的半渗透性生物膜。主要化学成分为脂类、蛋白质及少量多糖。基本结构与其他生物细胞膜基本相同，由脂

质双层构成,其内镶嵌着具有特殊作用的酶和载体蛋白。膜内不含胆固醇是与真核细胞的区别点。

细胞膜的主要功能:①参与菌体内外物质交换;②参与细胞的呼吸过程;③是细菌生物合成的重要场所;④细胞膜内陷、折叠形成的囊状结构称为中介体,与细菌的分裂有关,多见于G⁺菌。

3. 细胞质 细胞质是由细胞膜包裹的胶状物质。基本成分是水、蛋白质、核酸、脂类及少量的糖和无机盐。细胞质内含有多种酶系统,是细菌新陈代谢的主要场所。此外,细胞质中还含有许多重要结构。

(1) 核糖体:又称核蛋白体,是游离于细胞质中的微小颗粒,数量可达数万个,由RNA和蛋白质组成,是细菌合成蛋白质的场所。有些抗生素如红霉素、链霉素,能分别与细菌核糖体的大、小亚基结合,干扰蛋白质合成而导致细菌死亡,但人体核糖体的组成与细菌存在差异,因而该类抗生素对人体无影响。

(2) 质粒:是细菌染色体外的遗传物质,为双股环状闭合的DNA分子。质粒携带遗传信息,控制某些特定的遗传性状,医学上重要的质粒有F质粒(致育性质粒)、R质粒(耐药性质粒)等。质粒能自我复制,并随细菌的繁殖传给子代,也可通过接合或转导的方式在细菌间传递。质粒不是细菌生命活动必需的遗传物质,失去后细菌仍能正常存活。

(3) 胞质颗粒:多数为细菌贮存的营养物质,包括多糖、脂类、磷酸盐等。较常见的是异染颗粒,主要成分是RNA与多偏磷酸盐,嗜碱性强,经亚甲蓝染色后颜色较深,明显不同于菌体的其他部位,故称异染颗粒。常见于白喉棒状杆菌,有助于鉴别细菌。

4. 核质 核质是细菌的遗传物质。由于细菌是原核细胞,无核膜和核仁,也无蛋白质包绕,故称核质或拟核。其化学结构是由一条双股环状的DNA分子反复盘绕卷曲形成,与细胞质界线不明显,多位于菌体中央。核质具有细胞核的功能,控制细菌的生长繁殖、遗传和变异等,是细菌遗传变异的物质基础。

(二) 细菌的特殊结构

细菌的特殊结构是某些细菌特有的结构,包括荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢等。

1. 荚膜 某些细菌分泌并包绕在细胞壁外的一层较厚的黏液性物质称为荚膜。荚膜的化学成分因菌种而异,大多数为多糖,少数为多肽,个别的是透明质酸。荚膜形成与环境条件密切相关,一般在机体内或营养丰富的环境中易形成。荚膜用一般染色法不易着色,在普通光学显微镜下只能看到菌体周围有一层透明圈,用特殊的荚膜染色法可将荚膜染成与菌体不同的颜色。

荚膜具有抵抗吞噬细胞的吞噬作用和杀菌物质的损伤作用,与细菌致病性有关。组成荚膜的多糖、多肽等具有免疫原性,可作为细菌鉴别和分型的依据。荚膜多糖可使细菌彼此粘连,也可黏附于组织细胞表面,与细菌致病性有关,是构成细菌毒力的重要因素。

2. 鞭毛 某些细菌菌体上附着的细长呈波状弯曲的丝状物称为鞭毛。鞭毛很细,需用电子显微镜观察,或经特殊的鞭毛染色后才能在普通光学显微镜下看见。根据鞭毛的数目和位置,可将有鞭毛的细菌分4类,即单毛菌、双毛菌、丛毛菌、周毛菌。

鞭毛是细菌的运动器官,有鞭毛的细菌能运动,无鞭毛的细菌不能运动,可根据细菌的动力试验来鉴别细菌。鞭毛的化学成分主要是蛋白质,具有免疫原性,通常称为鞭毛抗原(H抗原)。某些细菌如霍乱弧菌、空肠弯曲菌等借助鞭毛的运动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,与致病性有关。

3. 菌毛 存在于许多 G⁻菌和少数 G⁺菌菌体表面的比鞭毛细而短直的丝状物称为菌毛。菌毛只能在电子显微镜下才能观察到，与细菌的运动无关。按其功能分为两类。

(1) 普通菌毛：遍布于菌体表面，短而直，每个细菌可达数百根。普通菌毛具有黏附作用，可黏附于呼吸道、消化道、泌尿生殖器官黏膜上皮细胞表面，进而侵入黏膜引起感染，普通菌毛与细菌的致病性有关。

(2) 性菌毛：数量少，只有 1~4 根，比普通菌毛长而粗，为中空管状，仅见于少数 G⁻菌。性菌毛由致育性质粒编码，通常把有性菌毛的细菌称为雄性菌（F⁺菌），无性菌毛的细菌称为雌性菌（F⁻菌）。雄性菌借性菌毛通过结合等方式将遗传物质（质粒）传递给雌性菌，使其获得相应的生物学性状。细菌的耐药性、毒力等可通过此方式传递。

4. 芽孢 某些细菌（多见于 G⁺菌）在一定环境条件下，细胞质脱水浓缩在菌体内形成的一个圆形或椭圆形小体称为芽孢。芽孢折光性强、壁厚、通透性低，需经特殊染色后在普通光学显微镜下才能观察到。芽孢的形成和遗传与环境条件有关，具有芽孢基因是形成芽孢的先决条件。芽孢是细菌抵抗不良环境形成的休眠状态，带有完整的核质和酶系统，能保持细菌的全部生命活性。环境条件适宜时，芽孢发芽形成一个新的菌体（繁殖体）。一个细菌只能形成一个芽孢，一个芽孢发芽也只能形成一个繁殖体，所以芽孢不是细菌的繁殖方式。

芽孢的大小、形状和位置随菌种而异，可用于鉴别细菌（图 2-4）。芽孢对热、干燥、消毒剂和辐射等理化因素具有很强的抵抗力，在自然界中芽孢可存活几年到几十年，某些细菌的芽孢可耐煮沸数小时。在临床实践中，对医疗器械、敷料等进行灭菌时，应以杀灭芽孢为灭菌标准。

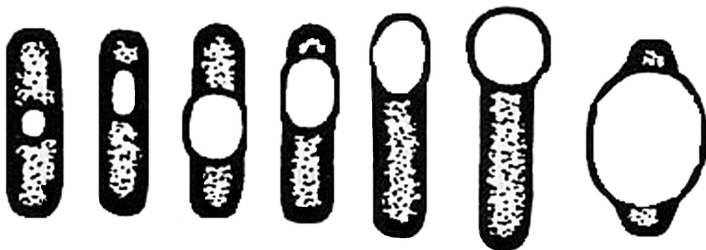


图 2-4 细菌芽孢的形态、大小和位置

（考点：细菌的结构）

三、细菌形态的检查方法

（一）不染色标本检查法

细菌标本用显微镜直接镜检就可观察活细菌的形态、动力和运动方式，称为不染色标本检查法。常用的有悬滴法和压滴法。

（二）染色标本检查法

细菌标本需经染色后再进行镜检，称为染色标本检查法。染色标本检查的基本程序是涂片、干燥、固定、染色和镜检 5 个步骤。染色过程中根据所需要的染料将细菌染色法分为单染色法和复染色法。

1. 单染色法 只用一种染料染色便可在镜下观察细菌的大小、形态、排列方式及简单结构,但无法鉴别细菌。

2. 复染色法 需用两种或两种以上的染料进行先后染色,染色后在镜下既可以观察细菌的形态特征,还可以根据着色性的不同来鉴别细菌,故又称鉴别染色法。常用的有革兰染色法、抗酸染色法等。

四、细菌的生长繁殖

(一) 细菌生长繁殖的条件

1. 营养物质 细菌的生长繁殖所需的营养物质一般包括水、糖类、蛋白质、无机盐和生长因子等。

2. 酸碱度 大多数细菌生长繁殖所需最适 pH 为 7.2~7.6,少数细菌对 pH 的需求不同,如霍乱弧菌最适 pH 为 8.4~9.2,结核分枝杆菌最适 pH 为 6.5~6.8。

3. 温度 大多数病原菌的最适生长温度为 37℃。

4. 气体 细菌生长繁殖所需的气体主要是氧气,有的细菌还需二氧化碳。根据细菌对氧的需要程度,可将细菌分为四类。

(1) 专性需氧菌:细菌必须在有氧环境下才能生长繁殖,如结核分枝杆菌和铜绿假单胞菌等。

(2) 专性厌氧菌:细菌只能在无氧环境下才能生长繁殖,如破伤风梭菌和肉毒梭菌等。

(3) 兼性厌氧菌:细菌在有氧、无氧的环境下均能生长繁殖,如大肠埃希菌和痢疾志贺菌等。

(4) 微需氧菌:细菌在 5%~6%的低氧压的环境中生长良好,如空肠弯曲菌和幽门螺杆菌等。

(二) 细菌的繁殖方式与速度

1. 细菌的繁殖方式 细菌一般以无性二分裂方式进行无性繁殖。

2. 细菌的繁殖速度 在适宜的条件下,大多数细菌繁殖速度很快,一般繁殖一代细菌所需的时间为 20~30 分钟,个别细菌繁殖速度较慢,如结核分枝杆菌繁殖一代需 18~20 小时。

(三) 细菌的人工培育

培养基是细菌培养的重要物质基础,培养基是用人工方法配制而成的供给细菌生长繁殖的营养基质。培养基的种类繁多,根据培养基的用途分为基础培养基、营养培养基、鉴别培养基、选择培养基、厌氧培养基、增菌培养基等。根据其物理性状的不同分为液体培养基和半固体培养基。

1. 液体培养基中的生长现象 将不同的细菌接种在液体培养基中,经培养后可出现浑浊、沉淀和菌膜。常用于增菌培养和细菌鉴别培养。

2. 固体培养基的生长现象 将细菌用划线接种于固体培养基上,经培养后可见单个细菌生长繁殖所形成的细菌集团称为菌落,多个菌落相互融合,称为菌苔。主要用于细菌的分离培养、鉴定及药敏试验等。

3. 半固体培养基的生长现象 将细菌用穿刺接种法接种于半固体培养基上,经培养后可见有鞭毛的细菌呈扩散生长,穿刺线不清;无鞭毛的细菌只沿着穿刺线生长,穿刺线清晰,主要用于观察细菌的动力和菌种保存等。