

乡村医生中等医学学历教育教材

病原生物与免疫学基础

BINGYUAN SHENGWU YU MIANYIXUE JICHU

**XIANGCUN YISHENG
ZHONGDENG
YIXUE XUELI
JIAOYU JIAOCAI**

江西科学技术出版社

主 编 李剑平



乡村医生中等医学学历教育教材

病原生物与免疫学基础

BING YUAN SHENG WU YU MIAN YI XUE JI CHU

主 编 李剑平

编 者 (以姓氏笔画为序)

李剑平(江西护理职业技术学院)

吴秀珍(江西护理职业技术学院)

陶建华(江西护理职业技术学院)

江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

病原生物与免疫学基础/李剑平主编. —南昌:江西科学技术出版社,2000
(乡村医生中等医学学历教育教材)

ISBN 7-5390-1764-3

I. 病… II. 李… III. ①免疫学-基本知识②病原微生物-基本知识
IV. R3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 34811 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjchs.com>

选题序号:ZK2005129

赣科版图书代码:05264-202

病原生物与免疫学基础

李剑平主编

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真)
印刷	江西青年报社印刷厂
经销	各地新华书店
开本	787mm×1092mm 1/16
印张	10.75 彩页6页
印数	10001-17000册
版次	2005年9月第2版 2006年11月第2次印刷
书号	ISBN 7-5390-1764-3/R·407
定价	21.50元

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

编写说明

《病原生物与免疫学基础》是乡村医生中等医学学历专业教材之一。供在岗乡村医生中等医学学历专业学员和教师使用,亦可作为其他相关人员参考用书。

本书的编写以国务院《乡村医生从业管理条例》、《中共中央、国务院关于加强农村卫生工作的决定》为指南,以卫生部医师资格考试委员会、国家医学考试中心颁发的《临床执业助理医师资格考试大纲》及《江西省乡村医生专业教学计划和教学大纲》为依据,围绕培养具有综合职业能力的乡村医生的目标编写而成。

在编写过程中,参考了高等医药院校第六版《医学微生物学》、第四版《医学免疫学》、第六版《医学寄生虫学》等教材及有关资料。精选本书内容,把握深度和广度,做到少而精。深入浅出,循序渐进,便于学员自学和掌握。体现科学性、先进性、适用性和启发性的原则。

全书共分十三章,包括微生物学、免疫学基础、寄生虫学三大部分内容。

在编写本书的过程中,得到了江西省卫生厅科教处和江西省乡村医生培训中心的大力支持和指导,在此表示衷心感谢。由于我们的学术水平和编写能力有限,书中难免存在欠妥和错漏之处,恳请读者批评指正。

李剑平
2005年9月

目 录

第一章 微生物概述	(1)
一、微生物的概念及分类	(1)
二、微生物与人类的关系	(1)
三、医学微生物学及学习目的	(1)
第二章 细菌概述	(2)
第一节 细菌的形态与生理	(2)
一、细菌的大小与基本形态	(2)
二、细菌的结构	(3)
三、细菌的生理	(7)
第二节 细菌与外界环境	(13)
一、细菌的分布	(13)
二、医院感染概述	(15)
三、消毒与灭菌	(16)
第三节 细菌的致病性	(18)
一、细菌的致病因素	(18)
二、感染的发生与发展	(20)
第三章 免疫学概述	(23)
第一节 抗原	(23)
一、抗原的概念及基本特性	(23)
二、决定抗原免疫原性的条件	(23)
三、抗原的特异性和交叉反应	(24)
四、抗原的分类	(25)
五、医学上重要的抗原	(26)
六、超抗原和佐剂	(28)
第二节 免疫系统	(28)
一、免疫器官	(29)
二、免疫细胞	(30)
三、细胞因子	(33)
第三节 免疫球蛋白	(34)
一、抗体与免疫球蛋白的概念	(34)
二、免疫球蛋白的结构	(34)
三、免疫球蛋白的分类	(36)
四、免疫球蛋白的生物学活性	(37)
五、人类免疫球蛋白的特性与功能	(38)

六、单克隆抗体	(39)
第四节 补体系统	(39)
一、补体系统的组成与性质	(40)
二、补体系统的激活	(40)
三、补体系统的生物学作用	(43)
第五节 免疫应答	(44)
一、概述	(44)
二、体液免疫	(45)
三、细胞免疫	(48)
四、免疫调节	(50)
第六节 抗感染免疫	(52)
一、概述	(52)
二、抗菌免疫	(53)
第四章 临床免疫	(55)
第一节 超敏反应	(55)
一、I型超敏反应	(55)
二、II型超敏反应	(57)
三、III型超敏反应	(59)
四、IV型超敏反应	(60)
第二节 免疫学防治	(61)
一、免疫预防	(62)
二、免疫治疗	(65)
第三节 免疫学诊断	(67)
一、抗原或抗体检测	(67)
二、免疫细胞及其功能检测	(71)
第五章 常见病原性细菌	(72)
第一节 化脓性球菌	(72)
一、葡萄球菌属	(72)
二、链球菌属	(74)
三、肺炎链球菌	(77)
四、奈瑟菌属	(77)
第二节 肠道杆菌	(79)
一、大肠埃希菌	(80)
二、沙门菌属	(81)
三、志贺菌属	(82)
第三节 假单胞菌属	(84)
第四节 弧菌属	(85)
一、霍乱弧菌	(85)
二、副溶血性弧菌	(86)

第五节 厌氧性细菌	(86)
一、厌氧芽孢梭菌	(87)
二、无芽孢厌氧菌	(88)
第六节 分枝杆菌属	(89)
一、结核分枝杆菌	(89)
二、麻风分枝杆菌	(91)
第七节 其他病原性细菌	(92)
第六章 病毒概述	(94)
第一节 病毒的基本性状	(94)
一、病毒的大小与形态	(94)
二、病毒的结构与化学组成	(94)
三、病毒的增殖与干扰现象	(95)
四、病毒的抵抗力与变异性	(96)
第二节 病毒的致病性与免疫性	(96)
一、病毒的感染方式与类型	(96)
二、病毒的致病性	(97)
三、抗病毒免疫	(98)
第三节 病毒感染的实验室检查与防治原则	(98)
一、病毒感染的实验室检查	(98)
二、病毒感染的防治原则	(99)
第七章 常见致病性病毒	(101)
第一节 呼吸道病毒	(101)
一、流行性感冒病毒	(101)
二、麻疹病毒	(102)
三、冠状病毒和 SARS 冠状病毒	(103)
四、其他呼吸道病毒	(104)
第二节 肠道病毒	(105)
一、脊髓灰质炎病毒	(105)
二、其他肠道病毒	(105)
第三节 肝炎病毒	(106)
一、甲型肝炎病毒	(106)
二、乙型肝炎病毒	(107)
三、丙型肝炎病毒	(110)
四、其他肝炎病毒	(111)
第四节 人类免疫缺陷病毒	(112)
一、生物学性状	(112)
二、致病性与免疫性	(113)
三、微生物学检查	(114)
四、防治原则	(115)

第五节 其他病毒	(115)
一、流行性乙型脑炎病毒	(115)
二、狂犬病毒	(116)
三、汉坦病毒	(116)
四、疱疹病毒	(116)
第八章 其他微生物	(118)
第一节 螺旋体	(118)
一、螺旋体主要生物学特性	(118)
二、常见病原性螺旋体	(118)
第二节 立克次体	(120)
一、立克次体主要生物学特性	(120)
二、常见病原性立克次体	(120)
第三节 衣原体	(121)
一、衣原体主要生物学特性	(121)
二、常见病原性衣原体	(121)
第四节 支原体	(122)
一、支原体的主要生物学性状	(122)
二、常见病原性支原体	(122)
第五节 放线菌	(122)
第九章 真菌	(124)
第一节 真菌的生物学特性	(124)
一、形态与结构	(124)
二、培养特性	(125)
三、抵抗力	(125)
第二节 常见的病原性真菌	(125)
一、皮肤丝状菌	(125)
二、白假丝酵母菌	(126)
三、新型隐球菌	(126)
第十章 人体寄生虫概论	(127)
第一节 寄生虫与宿主	(127)
一、寄生、寄生虫与宿主	(127)
二、寄生虫的生活史及感染阶段	(128)
第二节 寄生虫与宿主的相互关系	(128)
一、寄生虫对宿主的致病作用	(128)
二、宿主对寄生虫的影响	(128)
三、寄生虫感染的免疫	(129)
第三节 寄生虫病的流行与防治原则	(129)
一、寄生虫病的流行	(129)
二、寄生虫病的防治原则	(130)

第十一章 医学蠕虫	(131)
第一节 线虫	(131)
一、似蚓蛔线虫(蛔虫)	(131)
二、钩虫(十二指肠钩口线虫和美洲板口线虫)	(133)
三、蠕形住肠线虫(蛲虫)	(134)
第二节 吸虫	(135)
一、日本裂体吸虫	(135)
二、华支睾吸虫	(137)
三、布氏姜片虫(姜片虫)	(139)
四、卫氏并殖吸虫(肺吸虫)	(140)
第三节 绦虫	(141)
一、链状带绦虫	(141)
二、肥胖带吻绦虫	(143)
第十二章 医学原虫	(144)
第一节 溶组织内阿米巴	(144)
一、形态	(144)
二、生活史	(145)
三、致病性	(146)
四、实验室检查	(146)
五、防治原则	(146)
第二节 疟原虫	(146)
一、形态	(146)
二、生活史	(147)
三、致病性	(148)
四、实验室检查	(149)
五、防治原则	(150)
第三节 阴道毛滴虫	(150)
第四节 蓝氏贾第鞭毛虫	(151)
第五节 刚地弓形虫	(152)
第六节 肺孢子虫	(154)
第十三章 医学节肢动物	(155)
第一节 概述	(155)
一、节肢动物的主要特征及分类	(155)
二、节肢动物的生态与发育	(155)
三、医学节肢动物对人体的危害	(156)
四、防治原则	(156)
第二节 常见医学节肢动物	(156)
附录 常人兽共患病病原生物及动物种类	(161)
附彩图	

第一章 微生物概述

一、微生物的概念及分类

微生物(microorganism)是众多个体微小、结构简单、肉眼直接看不见,必须借助光学显微镜或电子显微镜放大数千倍甚至数万倍才能观察到的微小生物的总称。微生物种类繁多,有数十万种。按其大小、结构、组成等不同可分为下列三类:

非细胞型微生物:无典型细胞结构,缺乏酶系统,只能在活的细胞中生长繁殖,体积微小,能通过滤菌器,如病毒。

原核细胞型微生物:有细胞壁、细胞膜、细胞质和原始核质,但细胞器不完善,无核膜和核仁。这类微生物包括细菌、放线菌、衣原体、支原体、立克次体和螺旋体。

真核细胞型微生物:细胞核分化程度高,有核膜、核仁、染色体、胞质中具有完整的细胞器,如真菌。

二、微生物与人类的关系

自然界中的微生物极少单独存在,常以种群形式出现。各种不同的微生物种群与周围环境和人体共同形成生态系统。人的体表及其与外界相通的腔道内,均存在数量不等、种类不同的微生物。这些微生物在长期的进化过程中和人形成共生关系。许多微生物对人不仅无害,而且有益。少数微生物能引起人和动、植物的疾病,称为病原微生物。例如,结核分枝杆菌引起结核病,肝炎病毒引起病毒性肝炎。另外,有的微生物能引起食物、药物等物质的霉变和腐败。

微生物在自然界分布广泛,与人类密切相关,绝大多数微生物对人和动植物的生存无害,甚至是必需的。自然界中物质循环要靠有关微生物代谢活动来进行。现在,人类已将微生物广泛应用于工农业生产上。例如:在工业上,微生物应用于食品、皮革、纺织、石油等行业日趋广泛;在医药工业方面,用微生物制造抗生素等;在农业方面,利用微生物制造菌肥、植物生长素等;在环保工程方面,亦可利用微生物分解污水中的酚、有机磷、氰化物,还原废水中的汞、砷等毒性物质,从而保护环境。

三、医学微生物学及学习目的

医学微生物学是一门重要的基础医学课程,是研究与医学有关的病原微生物的生物学性状、感染与免疫机制以及特异性诊断和防治的科学。

学习医学微生物学的目的,是运用医学微生物学的基本知识、基础理论和基本技能,为学习临床各科的感染性疾病、传染病、超敏反应性疾病和肿瘤等奠定重要的理论基础。同时,也可运用所学知识直接为控制和消灭感染性疾病、保障人民健康服务。

第二章 细菌概述

第一节 细菌的形态与生理

一、细菌的大小与基本形态

细菌(bacterium)是具有细胞壁和核质的单细胞型生物,是最常见的原核细胞型微生物。学习细菌的形态与结构的知识,对于鉴别细菌、诊断和防治疾病以及研究细菌等都具有重要意义。

(一)细菌的大小

细菌个体微小,通常以微米(μm)为测量单位。用显微镜放大数百倍乃至上千倍才能观察到细菌。各种细菌大小不一,同种细菌也可因菌龄和环境不同而有差异。多数球菌的直径为 $1.0\mu\text{m}$ 左右,中等大小杆菌长为 $2.0\sim 3.0\mu\text{m}$,宽为 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 。

(二)细菌的基本形态

细菌按其外形分为球形、杆状和螺形三种基本形态,分别称为球菌、杆菌和螺菌(见图2-1)。

1. 球菌(coccus) 呈球形或近似球形(豆状、矛头状、肾形或半球形等),根据其分裂后排列方式不同分为:

(1)双球菌:细菌在一个平面上分裂,分裂后两个菌体成双排列,如脑膜炎奈瑟菌。

(2)链球菌:细菌在一个平面上分裂,分裂后多个菌体粘连成链状,如溶血性链球菌。

(3)葡萄球菌:细菌在多个平面上作不规则分裂,分裂后细菌杂乱堆积在一起似葡萄状,如金黄色葡萄球菌。

(4)四联球菌和八叠球菌:细菌在二个或三个相互垂直的平面上分裂,四个排列在一起呈正方形者称四联球菌,八个重叠在一起称为八叠球菌。

2. 杆菌(bacillus) 呈杆状或近似杆状,各种杆菌的大小、长短、粗细差异较大。大杆菌长约 $4\sim 10\mu\text{m}$,如炭疽芽孢杆菌。中等大杆菌长约 $2\sim 3\mu\text{m}$,如大肠埃希菌。小杆菌长约 $0.6\sim 1.5\mu\text{m}$,如布鲁菌。有的菌体较短,称球杆菌。有的末端膨大呈棒状,称棒状杆菌。多数杆菌分裂后无特殊排列,少数杆菌呈链状、分枝状、成双或呈栅栏状排列。

3. 螺形菌(soirillar bacterium) 菌体弯曲或扭转,可分为两类:

(1)弧菌:菌体只有一个弯曲,呈逗点状或弧形,如霍乱弧菌。

(2)螺菌:菌体稍长,有数个弯曲,如鼠咬热螺菌;也有的菌体弯曲呈弧形或螺旋形,称螺杆菌,如幽门螺杆菌。

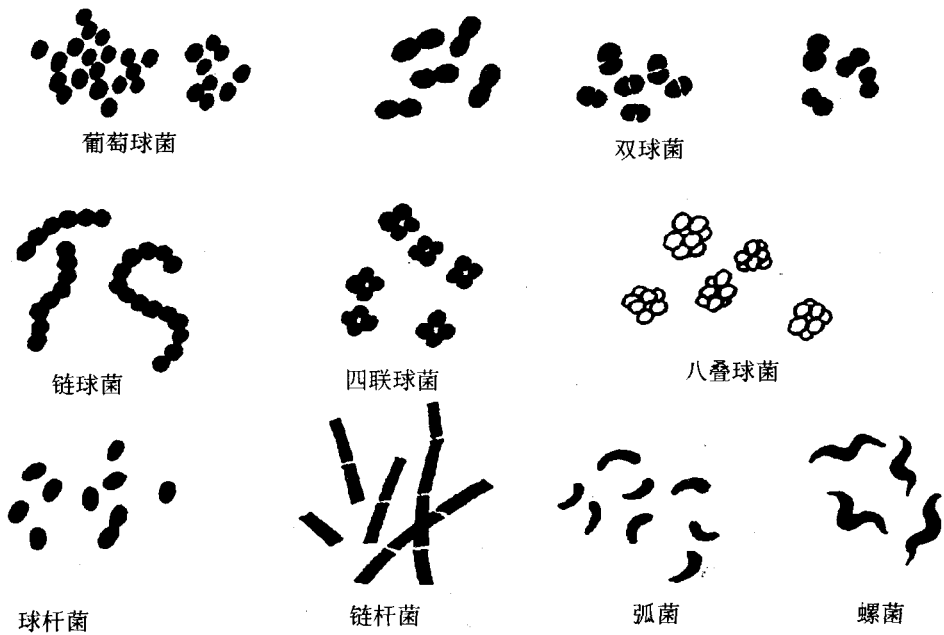


图 2-1 细菌的基本形态

二、细菌的结构

细菌体积虽小,但具有一定的细胞结构和功能,细菌的结构分基本结构和特殊结构。

(一) 细菌的基本结构

细菌的基本结构有细胞壁、细胞膜、细胞质和核质(见图 2-2)。

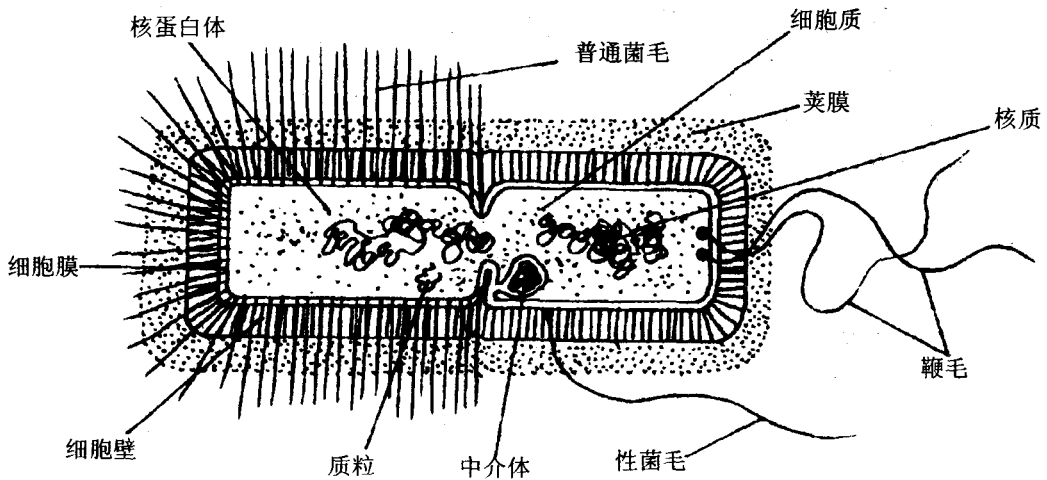


图 2-2 细菌细胞结构模式图

1. **细胞壁 (cell wall)** 位于细菌细胞最外层,紧贴细胞膜外,无色透明,坚韧有弹性。

细胞壁主要功能是维持菌体固有形态并保护菌体;细胞壁支持细胞膜使之承受胞内高渗透压;与细胞膜共同参与菌体内外物质交换;细胞壁上带有多种抗原决定基,可决定菌体的免疫原性。革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁结构不同。

革兰阳性菌细胞壁由磷壁酸和黏肽组成(见图 2-3)。磷壁酸是革兰阳性菌特有成分,是革兰阳性菌主要的表面抗原。黏肽是细菌细胞壁的共有成分,占革兰阳性菌细胞壁干重的 50%~80%。黏肽是由两种单糖(N-乙酰葡萄糖胺,N-乙酰胞壁酸)和氨基酸肽链组成。N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸间隔交替排列成聚糖链,在聚糖链上的 N-乙酰胞壁酸上连结氨基酸组成的四肽侧链,四肽侧链之间通过 5 个甘氨酸组成的五肽桥连结,构成机械强度相当大的三维立体网络结构(图 2-4)。

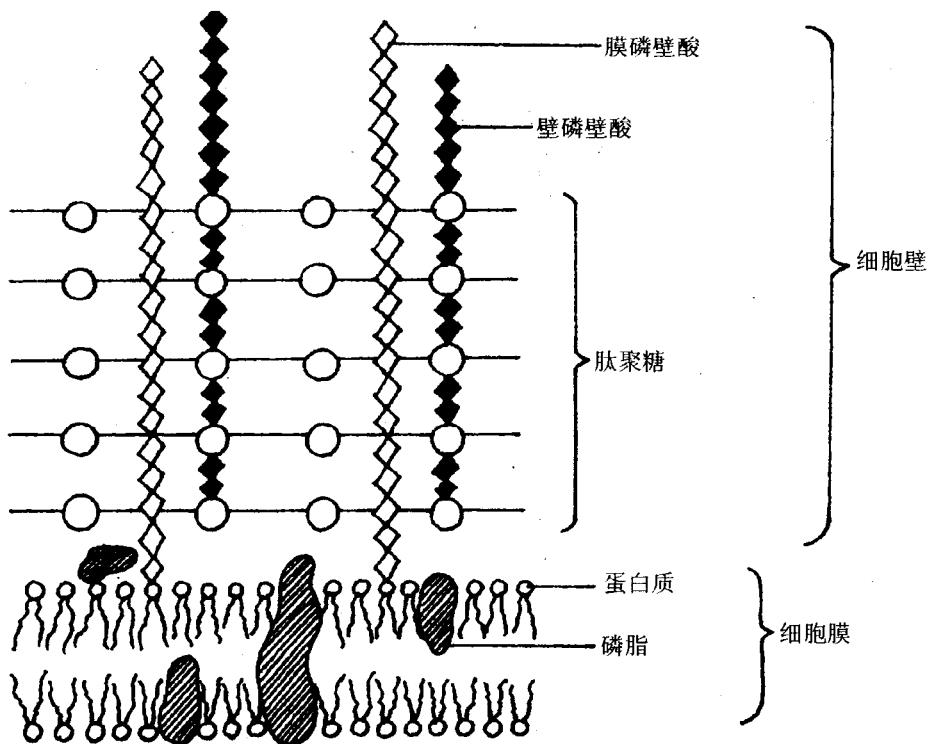


图 2-3 革兰阳性菌细胞壁结构模式图

革兰阴性细菌细胞壁由黏肽和外膜组成,其黏肽层占革兰阴性细菌细胞壁干重的 5%~15%,无五肽交联桥连结,通过四肽侧链直接相连,只能构成二维单层平面网络结构。外膜层位于肽聚糖的外侧,由脂多糖、脂质双层、脂蛋白三部分组成。脂多糖在最外并延伸到细胞壁表面,是细菌内毒素的主要成分,脂质双层类似细胞膜结构。脂蛋白的脂质部分连结于外膜脂质双层的磷脂上,蛋白部分连结在肽聚糖的侧链上,整个外膜较厚,约占革兰阴性菌细胞壁干重的 80%(见图 2-5)。

学习细菌细胞壁结构有着重要的意义:肽聚糖是细菌细胞壁的主要成分,医疗实践中可选择相应药物来破坏和抑制其合成。如溶菌酶能切断 N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸之

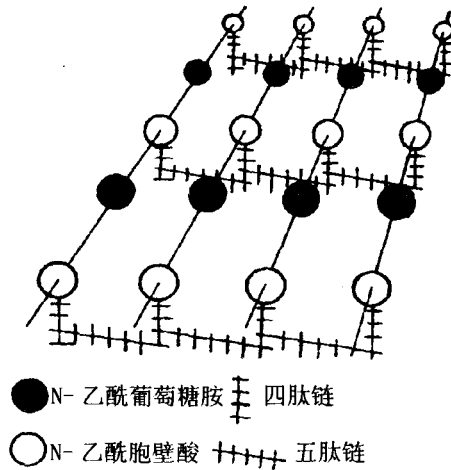


图 2-4 金黄色葡萄球菌细胞壁肽聚糖

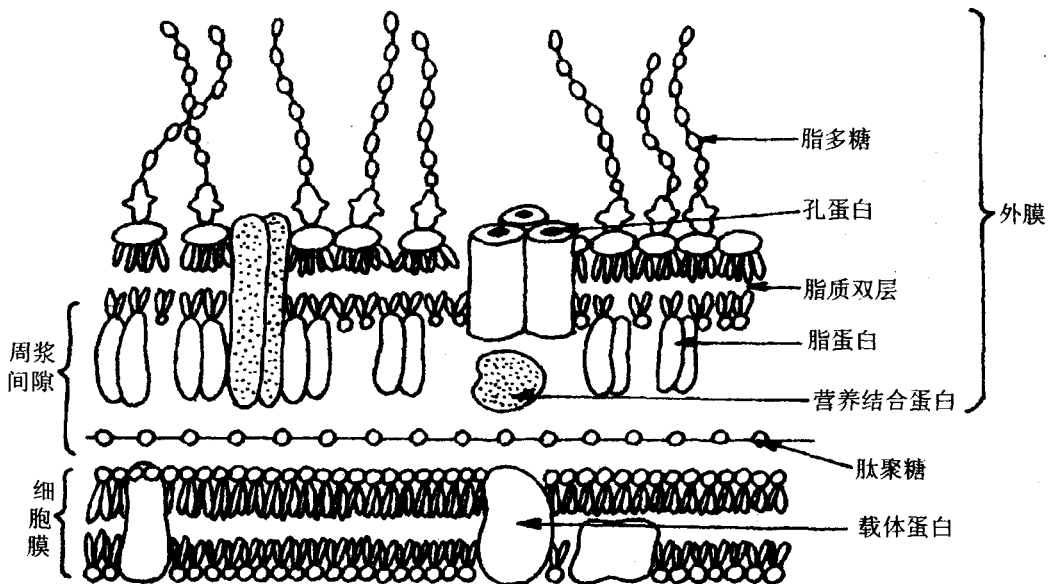


图 2-5 革兰阴性菌细胞壁结构模式图

间的连结,青霉素能干扰甘氨酸五肽桥和四肽侧链的连结,从而起到损伤细胞壁的作用。革兰阴性菌含肽聚糖少,加之又有较厚外膜保护,故溶菌酶和青霉素对多数革兰阴性菌无明显抗菌作用。如果失去细胞壁细菌在高渗环境中仍能生长繁殖,则称这种细菌为 L 型细菌。某些细菌的 L 型仍有致病能力,在临床上引起慢性感染,如尿路感染、骨髓炎、心内膜炎等,并常发生在使用作用于细胞壁的抗菌药物的治疗过程中,但常规细菌学检查结果阴性。因此,临床上遇有症状明显而标本细菌常规培养为阴性时,考虑细菌的 L 型感染的可能性,宜做细菌的 L 型的专门检验。

2. 细胞膜 位于细胞壁内侧紧包绕在细胞质外面的一层柔软而富有弹性的半渗透性生物膜。由双层脂质并镶嵌有蛋白质组成。这些蛋白质多为酶类和载体蛋白。细胞膜的功能

能有:与细胞壁共同完成细胞内外的物质交换,参与细胞呼吸过程,参与合成细胞壁成分,参与细菌分裂。

3. **细胞质** 又称细胞浆,为细胞膜包裹的溶胶状物质,基本成分为水、无机盐、核酸、蛋白质和脂类。细胞质是细菌新陈代谢的重要场所,内含许多重要结构。

(1) **核蛋白体**:是游离于细胞质中的微小颗粒,每个菌体内可达数万个。此处是细菌合成蛋白质的场所。

(2) **质粒**:是染色体外的遗传物质,为闭合环状双股的 DNA,带有遗传信息,控制细菌的某些特定遗传性状。质粒能独立自行复制,并随细菌分裂转移到子代细菌中。医学上重要的质粒有决定细菌耐药性的 R 质粒和决定细菌性菌毛的 F 质粒。

(3) **胞质颗粒**:细菌胞质中含有多种颗粒,大多为贮藏的营养物质,包括糖原、脂类、多磷酸盐等。较为常见的是异染颗粒,其主要成分是多偏磷酸盐和 RNA,嗜碱性强,用甲基蓝染色着色深,呈紫色,常见于白喉棒状杆菌,有助于细菌的鉴定。

(4) **中介体**:是细胞膜向胞质内卷曲折叠而成的囊状物,多见于革兰阳性菌,与细菌细胞分裂有关,还有类似线粒体的功能。

4. **核质** 细菌是原核细胞,细胞核没有核膜和核仁,故称为核质或拟核。核质是细菌生长繁殖、遗传变异的物质基础。

(二) 细菌的特殊构造

1. **荚膜(capsule)** 某些细菌细胞壁外包绕的一层较厚的黏液性物质,称荚膜。其化学成分大多为多糖,少数如炭疽杆菌荚膜为多肽。荚膜具有抗吞噬、抗有害物质的损伤及黏附功能,对细菌有保护作用,与细菌的致病力有关。荚膜对一般碱性染料亲和力低,不易着色,普通染色只能看到菌体周围一圈不着色的透亮圈,但用特殊染色法可使荚膜染上颜色。荚膜具有抗原性,可用以鉴别细菌以及作为细菌分型依据。

2. **芽孢(spore)** 某些细菌在一定环境条件下,胞质脱水浓缩,在菌体内部形成的一个圆形或卵圆形小体称为芽孢。一个细菌只形成一个芽孢,一个芽孢发芽也只能生成一个菌体,因而芽孢不是细菌的繁殖方式。未形成芽孢而具繁殖能力的菌体称为繁殖体。由于芽孢结构厚而致密,含水量少,并含有一种特有化学物质吡啶二羧酸,所以芽孢对热力、干燥、辐射、化学消毒剂等理化因素有极强的抵抗力。进行消毒灭菌时,以杀灭芽孢为判断灭菌效果的指标,不同细菌形成的芽孢形态不相同(见图 2-6),对鉴别细菌有重要意义。

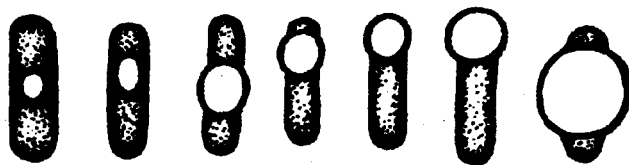


图 2-6 细菌芽孢的形态、大小和位置

3. **鞭毛(flagellum)** 某些细菌菌体表面附着的细长并呈波浪状弯曲的丝状物称为鞭毛。鞭毛的化学成分是蛋白质。鞭毛是细菌的运动器官,有鞭毛的细菌能发生方向性位置移动,无鞭毛的细菌只能发生分子撞击产生原地颤动。鞭毛具有抗原性,通称 H 抗原。按鞭毛的数目及生长位置的不同,将鞭毛菌分为单毛菌、丛毛菌和周毛菌(见图 2-7)。

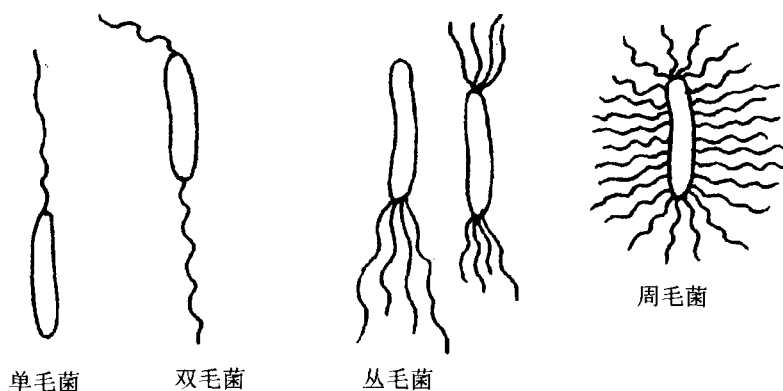


图 2-7 细菌鞭毛的类型

4. 菌毛 (pilus) 许多革兰阴性菌和少数革兰阳性菌菌体表面存在着的比鞭毛更细、更短而直的丝状物,称菌毛。菌毛的化学成分主要是蛋白质。按功能可将菌毛分为两种:一种是普通菌毛,具有吸附于机体组织细胞表面的能力,与细菌致病力有关;另一种是性菌毛,有性菌毛的细菌可以通过性菌毛将遗传物质传递给无性菌毛的细菌,从而使后者获得前者的某些遗传性状。

三、细菌的生理

细菌的生理活动包括摄取和合成营养物质,进行新陈代谢及生长繁殖。学习细菌的生理活动规律,对细菌性疾病的诊断、治疗和预防都有重要意义。

(一) 细菌的理化性状

1. 细菌的物理性状

(1) 带电现象:细菌固体成分的 50% ~ 80% 为蛋白质,蛋白质由兼性离子氨基酸组成。革兰阳性菌等电点的 pH 为 2 ~ 3,革兰阴性菌等电点的 pH 为 4 ~ 5,故在中性或弱碱性环境中,细菌均带负电荷,尤以革兰阳性菌所带负电荷更多。细菌带电现象与细菌的染色反应、凝集反应等密切相关。

(2) 表面积:细菌体积微小,相对表面积大,有利于同外界进行物质交换,因此细菌代谢旺盛,繁殖迅速。

(3) 光学性质:细菌菌体呈半透明状态。当光线照射菌体时,部分被吸收,部分被折射,故细菌悬液呈混浊状态,菌数越多,浊度越大。应用比浊等方法可粗略估计细菌数量,根据细菌这种光学性质,可用相差显微镜观察其形态和结构。

(4) 布朗运动:无鞭毛的细菌在溶液中,受到分散媒分子的撞击,发生不移动位置的颤动,称布朗运动。这是一切胶体颗粒共有的物理现象。有鞭毛的细菌在溶液中由于鞭毛的作用能发生位移的运动,与布朗运动完全不同。布朗运动能区别活菌有无动力,即有无位移的运动。

(5) 细菌含有高浓度营养物质和无机盐, G^+ 菌渗透压为 2026.5 ~ 2533.1 kPa, G^- 菌为 506.6 ~ 608.0 kPa。细菌所处一般环境为低渗,但有细胞壁的保护不致崩裂。

2. **细菌的化学组成** 细菌细胞和其他生物细胞相似,含有水、无机盐、蛋白质、糖类、脂质和核酸等化学物质。水是细菌细胞的重要组成部分,占细胞总重量的 75% ~ 92%,细菌细胞去除水分后,主要为有机物,包括碳、氢、氧、氮、磷和硫等。还有少数的无机盐离子,如钾、钠、铁、钙、氯等。细菌细胞内还含有一些原核细胞型微生物所特有的化学物质,如肽聚糖、胞壁酸、磷壁酸、D 型氨基酸、二氨基庚二酸、吡啶二羧酸等。

(二) 细菌生长繁殖的条件

1. **营养物质** 细菌所需的营养物质有水、含碳化合物、含氮化合物、无机盐类。有的细菌生长繁殖时,营养要求高,还需血液、血清和生长因子等。生长因子是指某些细菌生长所必需而自身又不能合成的有机物,主要是 B 族维生素和某些氨基酸等。

2. **酸碱度** 营养物质的吸收、分解以及能量的产生,都需要酶来参与反应。酶活性必须在一定的酸碱度和温度下才能发挥作用。大多数病原菌最适 pH 为 7.2 ~ 7.6,在此 pH 条件下细菌的酶活性强,生长繁殖旺盛。个别菌如结核分枝杆菌生长时最适 pH 为 6.5 ~ 6.8,霍乱弧菌在 pH 8.4 ~ 9.2 的碱性条件下生长最好。

3. **温度** 细菌生长的最适宜温度随细菌的种类而不同。嗜冷菌在 10 ~ 20℃ 生长最好;嗜热菌在 50 ~ 60℃ 生长最好;嗜温菌在 30 ~ 37℃ 生长最好。大多数病原菌生长最适宜温度为 37℃,与人体体温相近。

4. **气体** 病原菌生长繁殖需要的气体是氧气和二氧化碳。根据细菌对氧气的需要不同,把细菌分成四类:

(1) 专性需氧菌:在有氧环境中才能生长。

(2) 兼性厌氧菌:有氧和无氧环境中均能生长。

(3) 厌氧菌:必须在无氧的环境中才能生长。

(4) 微需氧菌:在低氧压(5% ~ 6%)环境中生长最好,氧浓度大于 10% 时对其有抑制作用。

(三) 细菌的繁殖方式和速度

1. **繁殖方式** 细菌以无性二分裂方式进行繁殖。细菌生长到一定时间后,在细胞中间逐渐形成横隔,将一个细菌细胞分裂成二个等大的子细胞。

2. **繁殖速度** 一般细菌在营养充足和适宜条件下,繁殖速度极快。细菌繁殖一代所需时间叫代时。大多数细菌的代时约为 20 ~ 30 分钟,但个别繁殖速度缓慢,如结核分枝杆菌代时为 15 ~ 18 小时。细菌生长繁殖过程中,由于营养物质的消耗、繁殖速度随时间的延长而逐渐减缓,甚至停止,并不是总保持快速生长。将一定的细菌接种在合适的液体培养基中,在适宜的温度培养时,细菌生长过程具有一定的规律。以细菌的对数为纵坐标,时间为横坐标,画得的曲线,称生长曲线。细菌的生长曲线可人为地分为四个时期:①迟缓期:细菌数不增多,但代谢活跃,体积增大;②对数生长期:细菌生长繁殖迅速,细菌呈对数增加,此期细菌的生物学特性典型,对外环境的作用敏感;③稳定期:细菌繁殖速度减慢,生长与死亡的菌数大约相等;④衰退期:细菌繁殖数少于死亡数,最后停止繁殖(见图 2-8)。

(四) 细菌的人工培养

根据细菌的生长条件和繁殖规律,可用人工方法培养细菌,这对细菌感染引起的疾病的诊断、治疗以及细菌致病机制的研究等具有重要意义。