

高等医学院校协编教材

医学微生物学

主编 邵世和 李凡



吉林科学技术出版社



高等医学院校协编教材

医学微生物学

(供医学、护理、口腔专业用)

主 编	邵世和	李 凡
副主编	宋鸿儒	李明成
	李咏梅	沙其峰
主 审	李影林	



吉林科学技术出版社



医学微生物学

邵世和 李 凡 主编

责任编辑:张卫华

封面设计:郭 庆

出版 吉林科学技术出版社

787×1092 毫米 16 本 350 000 字 14.5 印张
1998 年 12 月第 1 版 1999 年 10 月第 2 次印刷

印刷 吉林林学院印刷厂

ISBN 7-5384-1519-X/R-361 定价:22.00 元

地址 长春市人民大街 124 号

邮编 130021 电话 5635183 传真 5635185

电子信箱 JLKJCBS @ public.cc.jl.cn

前 言

为了适应学科发展及教学改革的新形势,我们从学生的实际需要出发,组织白求恩医科大学、承德医学院、延边大学医学院及吉林医学院四所院校的有关人员,编写了这本《医学微生物学》教材。在编写过程中,我们遵照教材应具有的科学性、先进性、启发性和实用性这一宗旨,结合多年的教学经验,力求内容简明扼要、重点突出、文字通顺易懂,尽量反映学科发展趋势。本教材共分四篇:第一篇,细菌学总论;第二篇,细菌学各论;第三篇,真菌学;第四篇,病毒学。由于我们的编写水平有限,一定存在很多缺点和错漏,敬请广大师生批评指正。

编者

1999年10月

编审委员会成员名单

李影林 (吉林医学院)

邵世和 (吉林医学院)

李 凡 (白求恩医科大学)

孟繁平 (延边大学医学院)

宋鸿儒 (承德医学院)

目 录

绪论.....	1
第一篇 细菌学总论	
第一章 细菌的形态与结构.....	4
第一节 细菌的大小和形态.....	4
第二节 细菌的结构.....	5
第三节 细菌形态与结构检查法	15
第二章 细菌的生理	17
第一节 细菌的理化性状	17
第二节 细菌的代谢	18
第三节 细菌的生长繁殖	23
第四节 细菌的人工培养	24
第五节 细菌的分类与命名原则	26
第三章 细菌的分布与消毒灭菌	29
第一节 细菌的分布	29
第二节 消毒与灭菌	31
第四章 噬菌体	35
第一节 生物学性状	35
第二节 噬菌体与宿主菌的相互关系	36
第三节 噬菌体的应用	37
第五章 细菌的遗传变异	38
第一节 细菌性状变异的实例	38
第二节 细菌变异的物质基础	39
第三节 细菌变异的机理	40
第四节 细菌变异的实际意义	43
第六章 细菌的感染和免疫	44
第一节 细菌的致病性	44
第二节 机体的抗菌免疫	47
第三节 感染的发生与类型	49
第七章 细菌感染的检查方法与防治原则	52
第一节 细菌感染的检查方法	52
第二节 特异性预防和治疗	55

第二篇 细菌学各论

第八章 球菌	58
第一节 葡萄球菌属	58
第二节 链球菌属	61
第三节 肺炎链球菌	64
第四节 奈瑟菌属	66
第九章 肠杆菌科细菌	69
第一节 埃希菌属	69
第二节 志贺菌属	71
第三节 沙门菌属	73
第四节 克雷伯菌属	76
第五节 变形杆菌属	77
第十章 弧菌属	78
第一节 霍乱弧菌	78
第二节 副溶血性弧菌	80
第三节 创伤弧菌	80
第十一章 厌氧性细菌	82
第一节 厌氧芽孢梭菌	82
第二节 无芽孢厌氧菌	86
第十二章 棒状杆菌属	89
第一节 白喉棒状杆菌	89
第二节 其他棒状杆菌	92
第十三章 分枝杆菌属	93
第一节 结核分枝杆菌	93
第二节 非结核分枝杆菌	98
第三节 麻风分枝杆菌	99
第十四章 动物源性细菌	101
第一节 炭疽芽孢杆菌	101
第二节 布鲁菌属	102
第三节 鼠疫耶尔森菌	105
第十五章 其他致病菌	108
第一节 流行性感胃嗜血杆菌	108
第二节 百日咳鲍特菌	109
第三节 铜绿假单胞菌	110
第四节 嗜肺军团菌	111
第五节 幽门螺杆菌	112
第十六章 支原体	114
第一节 生物学性状	114

第二节	临床常见的支原体·····	115
第十七章	立克次体·····	118
第一节	生物学性状·····	118
第二节	致病性和免疫性·····	119
第三节	微生物学检查法及防治原则·····	120
第十八章	衣原体·····	122
第一节	生物学性状·····	122
第二节	致病性和免疫性·····	123
第三节	微生物学检查法及防治原则·····	124
第十九章	螺旋体·····	126
第一节	钩端螺旋体·····	126
第二节	梅毒螺旋体·····	128
第三节	回归热螺旋体·····	131
第二十章	放线菌·····	133
第一节	生物学性状、致病性与免疫性·····	133
第二节	微生物学检查法及防治原则·····	133

第三篇 真菌学

第二十一章	真菌概述·····	135
第一节	生物学性状·····	135
第二节	致病性与免疫性·····	136
第三节	微生物学检查法·····	138
第四节	防治原则·····	139
第二十二章	主要病原性真菌·····	140
第一节	皮肤癣菌·····	140
第二节	皮下组织感染真菌·····	141
第三节	深部感染真菌·····	143

第四篇 病毒学

第二十三章	病毒的基本性状·····	148
第一节	病毒的大小与形态·····	148
第二节	病毒的结构与化学组成·····	149
第三节	病毒的增殖·····	150
第四节	病毒的遗传与变异·····	153
第五节	理化因素对抗病毒的影响·····	154
第六节	病毒的分类·····	155
第七节	亚病毒·····	156
第二十四章	病毒感染与免疫·····	157
第一节	病毒感染与发病·····	157

第二节	病毒感染的类型	158
第三节	病毒的致病机理	159
第四节	抗病毒免疫	160
第二十五章	病毒感染的诊断和防治	165
第一节	病毒感染的诊断	165
第二节	病毒感染的预防	168
第三节	病毒感染的治疗	169
第二十六章	呼吸道病毒	171
第一节	流行性感冒病毒	171
第二节	副粘病毒	174
第三节	其他呼吸道病毒	176
第二十七章	肠道病毒	178
第一节	脊髓灰质炎病毒	178
第二节	柯萨奇病毒和埃可病毒	180
第三节	新型肠道病毒	181
第四节	急性肠炎病毒	182
第二十八章	肝炎病毒	185
第一节	甲型肝炎病毒	185
第二节	乙型肝炎病毒	187
第三节	丙型肝炎病毒	193
第四节	丁型肝炎病毒	194
第五节	戊型肝炎病毒	195
第六节	新型肝炎病毒	195
第二十九章	狂犬病病毒	197
第一节	生物学性状	197
第二节	致病性	198
第三节	微生物学检查法	198
第四节	防治原则	199
第三十章	疱疹病毒	200
第一节	单纯疱疹病毒	200
第二节	EB 病毒	201
第三节	巨细胞病毒	203
第四节	水痘 - 带状疱疹病毒	205
第三十一章	虫媒病毒	207
第一节	流行性乙型脑炎病毒	207
第二节	森林脑炎病毒	209
第三节	登革病毒	210
第四节	流行性出血热病毒	211
第三十二章	腺病毒	214

第一节	生物学性状·····	214
第二节	致病性与免疫性·····	215
第三节	微生物学检查法·····	216
第四节	防治原则·····	216
第三十三章	逆转录病毒·····	217
第一节	人类免疫缺陷病毒·····	217
第二节	人类嗜 T 细胞病毒 ·····	220
第三十四章	其他病毒·····	222
第一节	痘类病毒·····	222
第二节	风疹病毒·····	223
第三节	人乳头瘤病毒·····	224

绪 论

微生物及微生物学

一、微生物

微生物(microorganism)是一群个体微小、结构简单、肉眼直接看不到,必须借助光学显微镜或电子显微镜放大几百倍、几千倍,甚至几万倍才能观察到的微小生物的总称。

(一)微生物分布与种类

微生物种类繁多,至少在10万种以上,广泛存在于自然界中的空气、土壤、水中及动植物、人体表及其与外界相通的腔道里,以土壤中最多,根据微生物的细胞结构与组成不同分为三大类:

1. 原核细胞型微生物 有细胞膜结构,无核膜与核仁,仅有原始核质,细胞器不完善。这类微生物种类很多,包括细菌、支原体、立克次体、衣原体、螺旋体和放线菌。

2. 真核细胞型微生物 细胞核的分化程度较高,有核膜、核仁和染色体,胞质内细胞器完整。真菌属此类。

3. 非细胞型微生物 没有典型的细胞结构,缺乏酶系统,只能在宿主细胞内生长繁殖,体积小,能通过细菌滤器,如病毒。

(二)微生物与人类的关系

绝大多数微生物对人是有益而必需的。自然界物质循环要靠微生物代谢活动进行。在医药工业方面,可用微生物制造抗生素、维生素、辅酶、ATP等,现已用微生物为基因载体的新技术生产人类需要的生物制剂。

在工业方面,微生物应用于食品、皮革、纺织、酿造、石油、化工、冶金等部门。

在农业方面,我国广泛应用微生物制造菌肥、植物生长激素等;还利用微生物灭虫这一自然现象来杀死害虫。例如苏云金杆菌能在一些害虫的肠道内生长繁殖并分泌毒素,导致寄生昆虫死亡。

正常情况下,存在于人、动物机体内的微生物群称为正常菌群(normal flora)。微生物生态研究证明,正常菌群对于机体具有生理作用、免疫作用、生物屏障作用及抑癌作用。

存在于自然界的微生物也有少数能使人类和动植物发生病害,这些具有致病性的微生物称为病原微生物。如结核分枝杆菌引起结核病、肝炎病毒引起病毒性肝炎等。有些微生物,在正常条件下不致病,而在特定条件下致病,这类微生物称为条件性病原微生物。此外,有些微生物的破坏性还表现在工业产品、农副产品和生活用品的腐蚀和霉烂等。

二、微生物学

微生物学(microbiology)是生命科学的一个重要分支,是研究微生物的类型、分布、形态、结构、代谢、生长繁殖、遗传、进化、以及与人类、动物、植物等自然界相互关系的一门科学。微生物学工作者的任务是在不断深入研究的过程中,将对人类有益的微生物服务于社会生产实践,同时改造、控制和消灭对人类有害的微生物,使微生物学朝向人类需要的

方向发展。

随着微生物学研究的不断深入和发展,又形成许多分支。着重研究微生物基本生命规律的有普通微生物学、微生物分类学、微生物生理学、微生物生态学、微生物遗传学、分子微生物学等。根据其应用领域分为工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、食品微生物学、海洋微生物学、环境微生物学、土壤微生物学、石油微生物学等。根据其研究对象分为细菌学、病毒学及真菌学等。各分支学科间相互配合和促进,使整个微生物学不断地向纵深发展。

医学微生物学及其发展简史

一、医学微生物学

医学微生物学(medical microbiology)是微生物学的一个分支,是研究与医学有关的病原微生物的生物学特性、致病性和免疫性、微生物学检查法以及特异性预防和治疗原则等内容的一门科学。其目的是控制和消灭传染性疾病和与之有关的免疫性疾病,保障和提高人类健康水平。医学微生物学是医学基础课程中必不可少的组成部分,与生物学、免疫学、病理学、药理学、生物化学、分子生物学及分子遗传学等学科有着广泛的联系。

二、医学微生物学发展简史

医学微生物学是人类在研究探讨传染性疾病的病因、流行规律以及防治措施的过程中,通过长期反复实践、认识,并随着科学的进步逐渐发展和完善起来的一门科学。它大致经历了以下3个时期。

(一)经验时期

古代由于科学发展的历史原因,人们对传染性疾病的病因的认识仅限于主观的推论阶段。神灵惩罚论和瘴气学说一直延续了十几个世纪。直至11世纪,人们在总结大量的经验基础上,才对传染性疾病的病因有了朴素的唯物主义观点。在11世纪,我国北宋刘真人提出肺癆由虫引起。16世纪中叶(1546年)意大利人Fracastoro(1483~1553)首先提出了传染的生物源学说。他认为“传染性疾病系由肉眼看不见的活的传染性微生物传播的”。他将传染分为直接接触传染、空气传染和媒介物传染三种方式。他的观点直至现在也是无可非议的。18世纪奥地利人Plenciz(1705~1786)提出每种传染病都由独特的活的物体所引起的观点。我国清代诗人师道南在“鼠死行”诗篇中,指出了鼠疫与鼠的关系。古代人对于天花早有认识,并有天花是烈性传染病的记载。

(二)实验时期

1. 病原微生物的发现和医学微生物学的建立 1676年荷兰人吕文虎克(Antony Van Leeuwenhoek)利用自磨的镜片制造了一架可放大270倍的原始显微镜,观察并描述了微生物的形态(球、杆、螺旋状等),首先开创了微生物的形态学,为微生物的检查提供了有力的依据。19世纪法国科学家巴斯德(Louis Pasteur, 1822~1895)首先证实酒类变质的原因是污染了杂菌所致,创造了巴氏消毒法,该法至今还沿用着。并对炭疽病、狂犬病和鸡霍乱的病原体进行了研究,证明传染病是由病原微生物所引起。巴斯德的研究开始

了微生物的生理学时期。人们逐渐认识到不同微生物间不仅有形态上的差异,在生理学特性上也有不同,进一步明确了微生物在自然界中所起的作用。从此,微生物学便开始成为一门独立的学科。德国学者郭霍(Robert Koch, 1843~1910)创造使用了固体培养基,致使从环境或临床标本中分离出细菌的培养物成为可能。并创用了细菌染色方法和实验性动物感染,从而为发现各种传染病的病原体提供了良好的基础条件。Koch 还相继发现了炭疽芽孢杆菌(1877)、结核分枝杆菌(1882)和霍乱弧菌(1883)。在他的带动下,世界各地细菌学家相继又发现了许多人类和畜禽的病原性细菌,其不愧为微生物学的另一奠基人。值得提出的是,于 1884 年他发表了确定某一新病原体的郭霍法则。1892 年俄国科学家伊万诺夫斯基(Ивановский Д. И., 1864~1920)首先发现烟草花叶病毒。Stanley (1935)首先获得烟草花叶病毒结晶,随后 Bawden 等证实该结晶为核蛋白,它与其他病原微生物一样具有增殖能力、遗传变异性,同时还具有传染性。噬菌体则由 Twort(1915)和 d'Herelle(1917)发现。以后相继又发现并分离出许多人类、动物、植物的病毒。至此,病毒也成为一门独立的学科。

2. 免疫学的崛起和抗生素的发现 我国古代劳动人民在与疾病长期斗争的过程中,观察到了患过某些传染病而康复的人,一般不再患这种传染病。在“以毒攻毒”的朴素的唯物主义思想指导下,明朝隆庆年间(1567~1572)创用了经鼻接种人痘预防天花法。18 世纪英国医生琴纳(Edward Jenner, 1749~1823)研制牛痘苗来预防天花,是运用人工自动免疫法预防疾病的开始。巴斯德研制的炭疽疫苗和狂犬病减毒活疫苗用来预防炭疽病和狂犬病,为自动免疫方法在预防医学方面的应用开辟了广阔前景。德国学者贝林格(Behring)研究的白喉抗毒素以及他与日本学者北里研究的破伤风抗毒素开创了被动免疫的血清疗法,并为以后关于抗体、补体和抗原抗体反应等免疫化学、免疫诊断学奠定了基础。自 1950 年以来,由于分子生物学、分子遗传学等基础生物学的发展,免疫学也进入了一个迅速发展的新时期。60 年代人们基本认识了免疫系统。Owen 和 Medawar 等(1945~1953)发现了免疫耐受现象,著名的免疫学家 Burnet(1959)开创了免疫球蛋白分子结构的研究,大大推动了免疫化学和免疫诊断学的发展。1975 年 Kohler 和 Milstein 用杂交瘤技术制备了单克隆抗体则是免疫诊断技术上的一次革命性进展。以后基因重组和单克隆抗体等技术的广泛应用,使免疫化学、免疫细胞学和免疫诊断学的研究有了新的突破。特别是 T 细胞抗原受体的发现、白细胞分化抗原和多种细胞因子的深入研究,广泛地开辟了以淋巴细胞为中心的,在分子水平上阐明免疫本质的分子免疫学这一新的学术领域。

(三)现代时期

近几十年来,随着细胞生物学、分子生物学、生物化学、遗传学等学科的飞速发展,以及电子显微镜、同位素标记、免疫荧光、免疫酶、电子计算机、基因探针等技术的应用,微生物学也发展的很迅速。对菌细胞与病毒形态结构的研究提高到亚微结构水平;细菌内毒素和外毒素的性质及其作用机制得到进一步阐明;在分离培养技术上亦有明显进展;自动化、半自动化鉴定技术、快速微量鉴定技术不断进入临床;新的病原菌不断被发现,如军团菌、弯曲菌和引起 Lemy 病的伯氏包柔螺旋体等。病毒学的研究也有新的进展,如引起艾滋病的免疫缺陷病毒(Human Immunodeficiency Virus, HIV)的发现。

(吉林医学院 邵世和)

第一篇 细菌学总论

第一章 细菌的形态与结构

细菌是一类具有细胞壁和核质的单细胞生物。在现代生物学分类中属于原核生物界中的原核细胞型微生物。其特点是体积微小,结构简单,无典型的细胞核,也无核膜和核仁,不进行有丝分裂,有复杂的内膜系统和细胞器。细菌有相对恒定的形态与结构,可用光学显微镜或电子显微镜观察与识别。细菌的结构与其生理活动、抵抗力、致病性和免疫性有密切关系。掌握细菌的形态与结构对于鉴别细菌、诊断疾病、防治细菌性感染及研究细菌等方面的工作,具有重要的理论和实践意义。

第一节 细菌的大小和形态

一、细菌的大小

细菌个体微小,须借助显微镜放大数百倍乃至千倍以上方能观察到。通常以微米(μm)作为测量单位。各种细菌大小不一,同种细菌也可因环境影响和菌龄不同而有差异。多数球菌的平均直径(D)为 $1.0\mu\text{m}$;中等大小的杆菌的长为 $2.0\sim 3.0\mu\text{m}$,宽为 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 。

二、细菌的形态

细菌的基本形态有球形、杆形和螺形三种,分别称为球菌、杆菌和螺形菌(图1-1)。

(一)球菌

球菌(coccus)直径 $0.8\sim 1.2\mu\text{m}$,外观呈球形或近似球形。由于细菌繁殖时细胞分裂平面不同,以及分裂后菌体间相互粘附程度不一,可以形成不同的排列方式。据此可将球菌分为双球菌、链球菌和葡萄球菌等。

1. 双球菌(diplococcus)

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、淋病奈瑟菌等。

2. 链球菌(streptococcus) 细菌在一个平面上分裂,分裂后多个菌体粘连,成

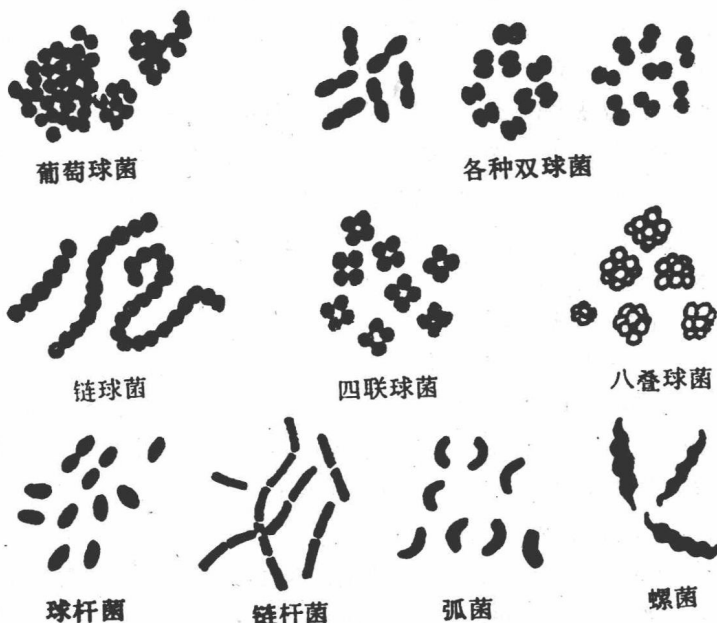


图1-1 细菌的基本形态

链状排列。如溶血性链球菌。

3. 四联球菌(tetrad) 细菌在两个垂直的平面上分裂,分裂后四个菌体粘附在一起呈正方形。如四联加夫基菌。

4. 八叠球菌(sarcina) 细菌在三个相互垂直的平面上分裂,分裂后八个菌体重叠在一起。如藤黄八叠球菌。

5. 葡萄球菌(staphylococcus) 细菌在多个不规则的平面上分裂,分裂后多个菌体杂乱堆积成葡萄串状。如金黄色葡萄球菌。

各类球菌在标本或培养物中除上述的典型排列方式外,均还可有分散的单个菌体存在。

(二) 杆菌

杆菌(bacillus)外形呈杆状。各种杆菌的大小、长短、粗细和弯度差异较大。大杆菌如炭疽芽孢杆菌长约 $3\sim 10\mu\text{m}$,宽 $1.0\sim 1.5\mu\text{m}$;中等的杆菌如大肠埃希菌长 $2\sim 3\mu\text{m}$,宽 $0.5\sim 0.7\mu\text{m}$;小杆菌如流感嗜血杆菌长仅有 $0.3\sim 1.4\mu\text{m}$,宽 $0.5\sim 0.7\mu\text{m}$ 。杆菌中同一种细菌的粗细相对稳定,而长短常因环境条件不同而有变化。杆菌菌体两端多数为钝圆,少数为平齐、尖细或膨大。多数杆菌分裂后分散无特殊排列,少数呈链状、分支状、八字或栅栏状排列。

(三) 螺形菌

螺形菌(spirillar bacterium) 菌体弯曲或扭转,据此可分为两类

1. 弧菌(vibrio) 菌体长 $2\sim 3\mu\text{m}$,只有一个弯曲,呈弧形或逗点状,如霍乱弧菌。

2. 螺菌(spirillum) 菌体较长, $3\sim 6\mu\text{m}$,有多个弯曲,如鼠咬热螺菌。

上述各种典型形态是细菌在幼龄和适宜条件下表现出的固定状态。一般细菌在适宜的生长条件下培养 $8\sim 18\text{h}$ 时形态比较典型。当环境条件改变或菌龄老时常出现梨形、气球状和丝状等不规则多形性,称为衰退型(involution form)。因此,观察细菌的大小和形态时,应选择其最适生长繁殖的对数期为宜。

第二节 细菌的结构

细菌的结构按分布部位大致可分为:表层结构,包括细胞壁、细胞膜、荚膜;内部结构,包括细胞质、核蛋白体、核质、质粒及芽孢等;外部附件有菌毛、鞭毛(图1-2)。习惯上又把各种细菌所共有的结构称为基本结构,而把某些细菌在一定条件下所特有的结构称为特殊结构。细菌的结构与菌体的生存、对外界环境的抵抗力、致病性、免疫性等有一定关系。

一、细菌的基本结构

细菌的基本结构包括细胞壁、细胞膜、细胞浆和核质。

(一) 细胞壁

细胞壁(cell wall) 位于细菌细胞最外层,紧贴在细胞膜外,无色透明,坚韧而有弹性,因其折光性强在普通显微镜下看不见。其厚度因菌种不同而异,平均为 $15\sim 30\text{nm}$,占菌体干重的 $10\%\sim 25\%$ 。

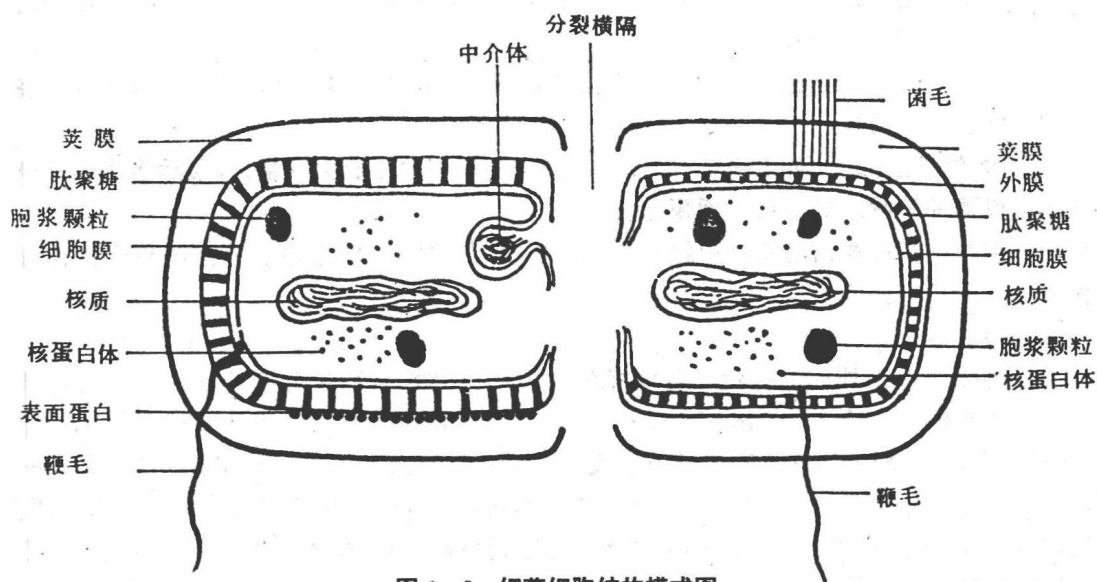


图 1-2 细菌细胞结构模式图

1. 功能 细胞壁坚韧而有弹性,其主要功能是维护菌体固有的外形,保护细胞不受菌内高渗透压(5~25 个大气压)的破坏,抵抗环境中的低渗作用,还可抵御某些理化因素的侵害,起到屏障作用。胞壁上微孔可容许水及直径小于 1nm 的物质自由通过,而阻留大分子物质,故细菌细胞壁可与细胞膜共同完成菌细胞内外物质的交换。细胞壁上还带有多种抗原决定簇,决定了细菌的抗原性。革兰阴性菌细胞壁上的脂多糖具有内毒素作用,与其致病性有关。此外,细胞壁还参与菌细胞分裂。

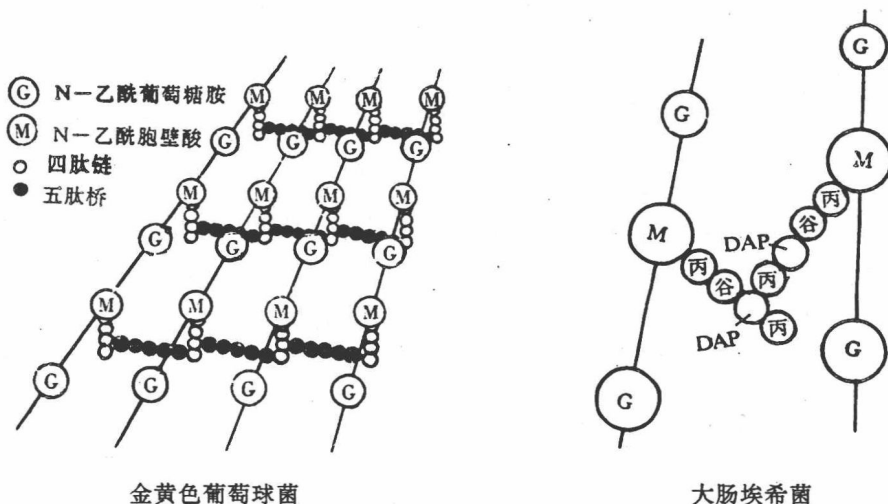
2. 主要组成成分 细胞壁的化学组成较复杂,而且革兰阳性菌和革兰阴性菌不完全相同。其主要成分有:

(1) 肽聚糖(peptidoglycan) 又称粘肽(mucopeptide)、糖肽(glycopeptide)或胞壁质(murein)。是细菌细胞壁的主要成分。革兰阳性菌的肽聚糖由聚糖骨架、四肽侧链和五肽交联桥三部分组成,革兰阴性菌的肽聚糖由聚糖骨架和四肽侧链两部分组成(图 1-3)。

各种细菌细胞壁聚糖骨架相同,均由 N-乙酰葡萄糖胺(N-acetyl glucosamine)和 N-乙酰胞壁酸(N-acetyl muramic acid)重复交替间隔排列,经 β -1,4 糖苷键联结而成。

四肽侧链的组成和联结方式随菌种不同而异。革兰阳性菌如金黄色葡萄球菌细胞壁的四肽侧链的氨基酸依次为 L-丙氨酸、D-谷氨酸、L-赖氨酸和 D-丙氨酸;第三位的 L-赖氨酸通过五个甘氨酸组成的交联桥连接到相邻聚糖骨架四肽侧链末端的 D-丙氨酸上,从而构成机械强度十分坚韧的三维立体结构。革兰阴性菌如大肠埃希菌的四肽侧链中,第三位氨基酸是二氨基庚二酸(diaminopimelic acid, DAP),并由 DAP 与相邻四肽侧链末端的 D-丙氨酸直接连接,没有五肽交联桥,故只形成单层平面网络的二维结构。

肽聚糖是细菌细胞壁的主要成分,凡是破坏其结构或抑制其合成的物质,均能损伤细胞壁而使细菌变形或裂解。如溶菌酶(lysozyme)能切断 N-乙酰葡萄糖胺与 N-乙酰胞壁酸之间的 β -1,4 糖苷键连结,破坏肽聚糖的骨架,引起革兰阳性菌裂解;青霉素能干扰甘



金黄色葡萄球菌 大肠埃希菌

图 1-3 金黄色葡萄球菌与大肠埃希菌的细胞壁肽聚糖结构
氨基酸交联桥与肽侧链上 D-丙氨酸之间的连结,使革兰阳性菌不能合成细胞壁而导致死亡。

(2)磷壁酸(teichoic acid) 是革兰阳性菌特有的成分,约占细胞壁干重的 50%。数十个磷壁酸重复单位由磷酸二酯链连接组成长链,穿插于肽聚糖层中。磷壁酸分壁磷壁酸和膜磷壁酸两种,前者与细胞壁中肽聚糖的 N-乙酰胞壁酸连结,后者与细胞膜连结,两者的另一端均游离伸展在细胞壁之外。磷壁酸的抗原性很强,是革兰阳性菌重要的表面抗原成分。某些细菌(如 A 群链球菌)的磷壁酸具有粘附宿主细胞的功能,与细菌的致病性有关(图 1-4)。

(3)外膜层 是革兰阴性菌特有的成分,位于细胞壁肽聚糖层的外侧,包括脂质双层、脂多糖、脂蛋白三部分(图 1-5)。

① 脂多糖 (lipopolysaccharide, LPS) 是革兰阴性菌的内毒素,借疏水键与外膜相连。由脂类 A、核心多糖和特异多糖三种成分组成。

脂类 A(lipid A) 是细菌内毒素的毒性部分和主要成分,与细菌致病性有关。各种革兰阴性菌脂类 A 的化学结构虽有差异,但极相似,无种属特异性。

核心多糖(core polysaccharide) 位于脂类 A 的外层,由己糖(葡萄糖、半乳糖等)、庚糖、2-酮基-3-脱氧核

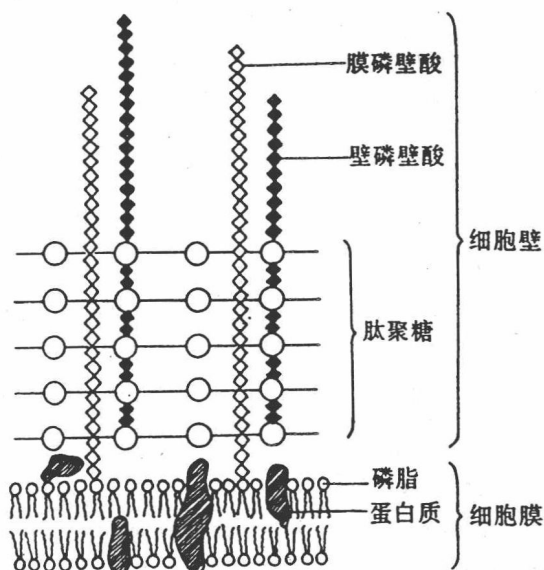


图 1-4 革兰阳性菌细胞壁结构模式图