

微生物与寄生虫学

微生物与寄生虫学

江西中医学院

主编

93

I

全国高等医药院校试用教材

微生物与寄生虫学

(中医专业用)

主 编

江西中医学院

编 写 单 位

广州中医学院 上海中医学院

北京中医学院 江西中医学院

上海科学技术出版社

编写说明

这本《微生物与寄生虫学》是由卫生部组织编写的全国高等医药院校试用教材，供中医专业使用。

本书分上、下两篇。上篇医学微生物学，下篇医学寄生虫学，均可独立成篇。上下篇内容比例为2:1。

近十多年来，随着分子生物学及电子显微镜等技术的发展，本学科领域内，特别是微生物的构造功能、免疫、病毒、遗传变异等方面，均有巨大进展，在有关章节中注意了新成就的反映。对与本学科有关的祖国医药和中西结合研究成就，也有所反映。

每篇后有实验内容，各院校可根据本校及本地区具体情况，确定操作或示教。

本书由江西中医学院主编。广州中医学院梁旻若，上海中医学院章育正、陆钦慧、巩静平、莫若明，北京中医学院薄小泉、严宣左，江西中医学院潘达鑫、马明良、伍学洲参加编写。初稿完成后，集中进行了讨论与修改。

医学微生物学由潘达鑫统稿初审，请上海第二医学院余溃教授、陆德源副教授审阅。

医学寄生虫学请莫若明统稿初审，南京医学院赵慰先教授等审阅。

在编写过程中，编写提纲与初稿曾寄全国各医学院校征求意见，得到全国许多医学院校微生物学与寄生虫学教研组的大力支持，提供了很多宝贵意见。并望在使用过程中对本书的缺点和错误继续指正，以便修订提高。

一九七九年六月廿五日

全国高等医药院校试用教材

微生物与寄生虫学

(中医专业用)

江西中医学院 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市商务印书馆印刷

开本 787×1092 1/16 印张:16.75 插页2 字数 397,000

1980年2月第1版 1982年6月第2次印刷

印数 40,001—52,000

书号: 14119·1423 定价: 1.70元

目 录

上 篇 医学微生物学

第一章 绪言	1
一、微生物与微生物学	1
二、病原微生物与医学微生物学	1
三、微生物学发展简史	2
四、医学微生物学的发展方向	4
第二章 细菌的生物学特性	4
第一节 细菌的形态与构造	4
一、细菌的大小与基本形态	4
二、细菌的构造	5
三、细菌形态学的检查法原则	12
第二节 细菌的生长与繁殖	14
一、细菌生长繁殖的条件	14
二、细菌的繁殖方式与速度	15
三、细菌的人工培养	15
四、细菌的代谢产物	18
第三节 细菌的遗传与变异	19
一、细菌变异的实例	20
二、细菌变异发生的机理	22
三、细菌变异的实际意义	24
第四节 细菌的分布	24
一、土壤中的细菌	24
二、水中的细菌	24
三、空气中的细菌	25
四、正常人体常见的细菌	25
第五节 外界因素对微生物的影响	26
一、物理因素对细菌的影响与物理灭菌法	26
二、化学因素对细菌的影响	29
三、生物因素对微生物的影响	32
第六节 细菌的致病作用	33
一、细菌致病的物质基础	33
二、细菌入侵数量与致病关系	36
三、细菌的入侵途径与致病关系	36
四、传染来源	36
五、传染类型	37

第三章 免疫学基础	38
第一节 免疫概述	39
一、免疫的传统概念	39
二、免疫的现代概念和免疫反应的三种主要功能	39
三、祖国医学对免疫的认识与贡献	40
第二节 非特异性免疫	41
一、非特异性免疫的概念	41
二、非特异性免疫的构成因素	41
第三节 抗原	45
一、抗原的概念	45
二、抗原的基本特征	45
三、抗原的种类	46
四、医学上有重要意义的抗原	47
五、佐剂	48
第四节 特异性免疫	48
一、特异性免疫的概念	48
二、机体的免疫系统	49
三、特异性免疫的反应过程	52
四、抗体与体液免疫	52
五、淋巴因子与细胞免疫	57
六、机体获得免疫性的方式	58
七、特异性免疫与非特异性免疫的相互关系	59
第五节 变态反应	59
一、概述	59
二、分类	60
三、变态反应性疾病的防治原则	67
第六节 免疫学的应用	69
一、免疫学在预防方面的应用	69
二、免疫学在治疗方面的应用	70
三、免疫学在诊断方面的应用	71
第四章 病原性细菌	78
第一节 化脓性球菌	79
一、葡萄球菌	79
二、链球菌	81
三、肺炎球菌	84
四、脑膜炎球菌	85
第二节 创伤感染厌氧芽胞杆菌	86
一、破伤风杆菌	86
二、气性坏疽病原菌群	88
第三节 肠道杆菌与消化道感染菌	89
一、沙门氏杆菌属	90

二、志贺氏菌属	94
三、大肠杆菌	97
四、变形杆菌、产气杆菌和绿脓杆菌	98
五、肉毒杆菌	98
第四节 病原性弧菌	99
一、霍乱弧菌	99
二、副溶血性弧菌	101
第五节 呼吸道感染菌	101
一、百日咳杆菌	101
二、流行性感胃杆菌	102
三、白喉杆菌	102
第六节 分枝杆菌	105
一、结核杆菌	105
二、麻风杆菌	109
第七节 动物源性病原菌	110
一、布鲁氏杆菌	110
二、鼠疫杆菌	112
三、炭疽杆菌	112
第五章 病毒	113
第一节 病毒的基本特性	113
一、概述	113
二、病毒的大小和形态	114
三、病毒的结构与化学组成	115
四、病毒的寄生性与增殖过程	116
五、病毒的遗传与变异	118
六、病毒的抵抗力	118
七、病毒的分类	118
第二节 病毒的致病性与免疫性	119
一、病毒的致病性	119
二、机体对病毒的免疫性	120
第三节 病毒感染的检查与防治	122
一、病毒感染的实验室检查	122
二、病毒感染的特异性预防	123
三、病毒感染的特异性治疗	124
第四节 呼吸道感染病毒	124
一、流行性感胃病毒	125
二、副流行性感胃病毒	127
三、呼吸道合胞病毒	128
四、流行性腮腺炎病毒	128
五、麻疹病毒	128
六、鼻病毒	130
七、冠状病毒	130

八、呼肠病毒	130
九、风疹病毒	130
十、腺病毒	130
十一、天花病毒、牛痘病毒、痘苗病毒	132
第五节 消化道感染病毒	133
一、脊髓灰质炎病毒	133
二、柯萨基病毒	134
三、ECHO 病毒	135
四、新发现的肠道病毒	135
五、甲型肝炎病毒	136
六、乙型肝炎病毒	137
第六节 虫媒病毒	138
一、流行性乙型脑炎病毒	138
二、森林脑炎病毒	139
三、出血热病毒	139
第七节 其他病毒	140
一、狂犬病病毒	140
二、疱疹病毒群	141
三、肿瘤的病毒病因问题	142
四、噬菌体	143
第六章 其他病原微生物	144
第一节 衣原体	144
一、概述	144
二、沙眼衣原体	145
第二节 立克次氏体	146
一、概述	146
二、斑疹伤寒立克次氏体	147
三、恙虫热立克次氏体	147
第三节 支原体	148
一、概述	148
二、人体寄生的支原体	149
第四节 螺旋体	149
一、钩端螺旋体	149
二、回归热螺旋体	151
三、梅毒螺旋体	151
四、奋森氏螺旋体	152
第五节 放线菌	152
一、概述	152
二、伊氏放线菌	152
三、奴卡氏菌属	153
第六节 真菌	153
一、概述	153

二、皮肤丝状菌	155
三、毛霉菌	156
四、白色念珠菌	156
五、新型隐球菌	157
六、产毒真菌	157
医学微生物学实验	158
一、实验须知和实验室规则	158
二、细菌形态的观察	158
三、细菌的人工培养	161
四、微生物的分布	163
五、消毒与灭菌	163
六、细菌的致病作用	166
七、免疫学实验	167
八、病原性细菌	169
九、病毒	173
十、其他病原微生物	175

下 篇 医学寄生虫学

第一章 概论	177
一、医学寄生虫学的定义、任务和范畴	177
二、寄生生活、寄生虫和宿主的概念	177
三、寄生虫与宿主的相互关系	178
四、寄生虫病对人体的危害性	180
五、寄生虫病的流行及防治	180
六、我国医学寄生虫学的发展	181
第二章 医学蠕虫	181
第一节 概述	181
第二节 线虫	182
一、蛔虫	182
二、鞭虫	185
三、钩虫	187
四、蛲虫	191
五、丝虫	193
第三节 吸虫	198
一、肝吸虫	198
二、姜片虫	200
三、肺吸虫	202
四、日本血吸虫	205
五、寄生于人体的其他血吸虫	210
第四节 绦虫	212
一、猪带绦虫	212
二、牛带绦虫	216

三、包生绦虫	218
第三章 医学原虫	221
第一节 概述	221
第二节 痢疾阿米巴	221
第三节 阴道毛滴虫	226
第四节 杜氏利什曼原虫	228
第五节 疟原虫	229
第四章 医学昆虫概述	237
一、概念和范围	237
二、重要种类及其形态特征	237
三、生活史基本过程	240
四、生活习性	242
五、对人体的侵害及传播疾病的方式	243
六、防制原则	244
医学寄生虫学实验	246
一、线虫	246
蛔虫、鞭虫、钩虫、蛲虫、丝虫	
二、吸虫	248
肝吸虫、姜片虫、肺吸虫、日本血吸虫	
三、绦虫	250
猪带绦虫、牛带绦虫、包生绦虫	
四、原虫	251
痢疾阿米巴、阴道毛滴虫、杜氏利什曼原虫、疟原虫	
医学寄生虫学实验附录	253
一、常用试剂的配制	253
二、常用染剂的配制	254
三、粪便检查法	254
四、血液检查法	257
五、其他检查法	258
六、免疫诊断法	258

上篇 医学微生物学

第一章 绪 言

一、微生物与微生物学

自然界的生物,除肉眼看得到的各种动物、植物以外,还有许多肉眼看不到的、需用显微镜或电子显微镜放大几百倍甚至几十万倍才能看到的微小生物,这些微小生物称为微生物(Microorganism)。

微生物在自然界分布甚广,土壤、水、空气、人和动物的体表及其与外界相通的腔道,都有微生物的存在。微生物对人类有密切的利害关系,其中绝大多数微生物对人类是有利的。

植物是人和动物赖以生存的食物,而植物生长所需要的养料与微生物的作用密切有关。如豆科植物依靠根瘤菌将空气中游离的氮气固定,为植物所利用。又如死亡的动物与植物,须经微生物的腐败作用,将复杂的含氮有机化合物(蛋白质)分解为简单的无机氮化物(氨),再经细菌转化为硝酸盐,才能被植物所吸收。由此可见微生物在自然界的氮素循环中起着重要作用。如果没有微生物,植物无法生长,人和动物难以生存,地球上将布满动植物的尸体残骸而无法清理。随着近代工业的发展,大量工业废水、废料污染大地、空气、河流、海洋,也可利用微生物进行处理。工业上食品的发酵、制革、石油脱蜡、探矿炼铜,抗菌素、菌苗等生物制品的制造;农业上利用微生物消灭病虫害和生产细菌肥料等,都与微生物密切有关。

但也有少数微生物对人类是有害的,它们寄生在动植物体内,引起植物、动物和人类的疾病,造成农作物减产、家畜死亡,影响国民经济、影响人们的健康。

微生物学(Microbiology)是研究微生物生命活动的规律及其与自然环境相互作用的科学,是生物学的一个分支。由于研究范围不同,微生物学已分为基础微生物学、海洋微生物学、农业微生物学、工业微生物学、兽医微生物学及医学微生物学等各个专业学科。

二、病原微生物与医学微生物学

能引起人类和动植物疾病的微生物称为病原微生物(Pathogenic microorganism)。种类很多,根据其结构不同,可区分为:

1. 非细胞型微生物 没有细胞结构,病毒属之。
2. 原核细胞型微生物 虽有细胞结构,但核质周围没有核膜,缺乏细胞器。细菌、衣原体、立克次氏体、支原体、螺旋体、放线菌属之。
3. 真核细胞型微生物 有细胞结构,细胞核有核膜,真菌属之。(原虫亦属真核细胞型)

微生物,将在寄生虫学中叙述。)

医学微生物学(Medical microbiology)是研究病原微生物的生物学性质及其与人体相互作用规律的科学。

学习医学微生物学需以生物学、生理学、生物化学等为基础,同时又为学习病理学、药理学、传染病学、内科学、外科学等临床各学科打下基础。

学习医学微生物学的目的,在于掌握微生物学与免疫学的基本理论以及实际知识和技能,用以与传染病及其他有关疾病作斗争,为其诊断及特异性防治提供有效措施。并运用微生物学与免疫学的知识与技能,整理、提高和发展祖国医药遗产。

三、微生物学发展简史

(一) 我国古代对微生物、传染病、免疫的认识与发现

科学来源于实践。虽然微生物在十七世纪才被发现,但早在上古时代人类在与自然界斗争中就应用了微生物。例如酒、醋、酱的制作必须经微生物发酵,公元前一千五百多年,商朝的殷墟甲骨文中就有“酒”字,在殷墟中并发现酿酒作坊遗址,说明酿酒已很发达。公元前一千多年的《周礼》中就有酱、醋的记载。《左传》有鲁宣公十二年(公元前597年)拟用曲治腹疾的记载。

我国古代对传染病也早有一定认识,《周礼》已注意传染病与气候季节的关系,“春季行夏令,则民多疾疫。”《素问》已描述了疾病的传染性,“五疫之至,皆相染易,无问大小,症状相似。”曹植给吴质书中描述:建安22年(公元217年)“疠气流行,家家有僵尸之痛,户户有号泣之哀,或阖门而殁,或覆族而丧。”

我国古代虽未见到微生物,但早意识到有“邪气”存在,并非常注意与机体“正气”的相互关系。二千多年前的《内经》就有“正邪相搏”的精辟论说。汉张仲景《伤寒杂病论》阐述了外感疾病的发生发展和传变规律。东晋葛洪(公元265~341年)在《肘后方》一书中就有许多关于传染病的记载,如沙虱(恙虫幼虫)的生活形态,引起疾病的临床和预后,并指出发生在岭南;对天花、肺癆、马鼻疽等病症也有记述。隋巢元方等(公元610年)著《诸病源候论》认为一些传染病是因岁时不和,温冻失节,人感“乖戾之气”所致。北宋末年刘真人认为肺癆由虫引起。宋《小儿卫生总微论方》指出脐风与大人破伤风为同种疾病,主张烧烙断脐,以防脐风。1642年明吴有性著《瘟疫论》认为疫是感天地之疠气而致病,并指出可从口鼻而入。清乾隆年间(十八世纪)师道南作《鼠死行》正确描述了鼠疫流行的规律。以上这些记载充分说明远在微生物发现以前我国古代早就意识到在自然界有一种肉眼看不到的能够引起传染病的“气”(戾气、疠气、杂气、邪气)存在。

我国古代医学重视人体的正气,注意“扶正祛邪”,重视“以毒攻毒”等防治原则。《诸病源候论》中有用小红蜘蛛磨成细屑服下治恙虫病的方法。天花在东晋时由南洋俘虏传入称为“虏疮”,其后不断流行,人们在与天花斗争中发明了种人痘预防天花的方法。人痘的发明远在牛痘发明之前,是我国对免疫学的重大贡献。

治疗传染病的药物,早在《神农本草经》就有“黄连止痢”的记载,六世纪用雄黄水银治皮肤病,七世纪用白头翁、苦参治痢,十六世纪用大枫子油治麻风,十七世纪用生砒、轻粉、水银等砷剂治梅毒,说明我国古代已广泛应用抗菌消炎的植物药与化学药。

(二) 微生物学发展各个时期

微生物形态学时期: 1676年荷兰人吕文胡克 (Antony van Leeuwenhoek) 创制出第一架可放大 200 倍左右的显微镜,用它观察污水、井水、粪便、牙垢,发现有许许多多球状、杆状、螺旋状的微小生物,从此人们知道在自然界有肉眼看不见的微生物存在。此后一、二百年停留在微生物形态的描述。

微生物生理学时期: 十九世纪,欧洲发酵工业发达,法国化学家巴斯德 (Louis Pasteur) 为解决酿酒过程中的污染问题,发现有机物的发酵与腐败是由微生物所引起,只要严密消毒,可以避免微生物的污染,他的发现给唯心的宗教的自然发生说以强烈的冲击。巴斯德并发现危害人畜的一些传染病,也是由于微生物所引起。巴斯德是现代微生物学的创始人,他使人们认识了微生物与人类的密切关系,开始了微生物生理学的研究,使微生物学成为一门独立的科学。

英国外科医生李斯特 (Joseph Lister) 根据巴斯德的防腐理论,创用无菌外科手术,使外科手术的污染率和死亡率从 45% 下降到 15%,是微生物学对医学的重大贡献之一。

德国医生郭霍 (Robert Koch) 是微生物学研究方法的奠基人。他发明了固体培养基,用以获得细菌的纯培养,发明细菌染色法及动物的实验感染。他应用这些方法发现了结核杆菌和霍乱弧菌,并推动当时的微生物学工作者在短短十几年中发现了许多病原微生物。

免疫学萌芽时期: 十八世纪我国人痘预防天花的方法早已传到欧洲。1798 年英国医生琴纳 (Edward Jenner) 创制了牛痘苗。由于安全方便,很快得到推广。十九世纪后期,巴斯德用减低细菌毒力的方法创制了鸡霍乱菌苗与炭疽菌苗、狂犬疫苗,大大推动了传染病特异性预防的进展。但是免疫的本质是在十九世纪末叶开始认识的,当时俄国学者梅契尼可夫 (И.И. Мечников) 详细研究了吞噬细胞的吞噬作用,认为吞噬作用是免疫的根本原因,创立了细胞免疫学说。以欧立希 (Paul Ehrlich) 为代表的学者认为机体的免疫能力主要决定于血清中的抗体,是为体液免疫学派。两派长期争论,相持不下。近年的研究已知细胞免疫与体液免疫是密切相关的,都是机体免疫性的重要组成部分。

病毒的发现: 1892 年俄国学者伊凡诺夫斯基 (Д.И. Ивановский) 首先发现烟草花叶病病毒。从此人们知道在自然界还有一类普通光学显微镜看不到的,能通过细菌滤器的比细菌还要小的微生物存在。此后随着培养与鉴定病毒技术的发展,本世纪四十年代以来,发现了许多新的病毒。

化疗与抗菌素的发现: 1910 年欧立希合成治疗梅毒的砷化合物 606 和 914。1935 年 Domagk 发现百浪多息 (Prontosil), 是磺胺类药物的开始。1929 年 Fleming 发现青霉素,此后化疗药及抗菌素不断发现。

近年来随着电子显微镜和分子生物学的发展,生物科学已进入分子水平的研究,向生命本质的奥秘进军。医学微生物学、免疫学以及与生物有关的各学科同样在飞跃前进。本世纪六十年代以来,各类微生物的超微结构及分子结构不断得到阐明,人们对病毒、细菌等的结构与功能、新陈代谢、遗传变异、致病机理日益清楚。补体与免疫球蛋白的分子结构和功能已基本搞清,对机体免疫系统及免疫活性细胞的研究日益深入,对细胞免疫、体液免疫与变态反应的机理有了更深的了解。这些研究进展,使医学微生物学面貌一新。

(三) 新中国医学微生物学的成就

解放初期的五十年代,我国对流行性乙型脑炎的病毒学、流行病学进行大量研究工作,取得了有价值的成果。1956 年我国学者在全世界首先分离培养沙眼衣原体成功。1957 年我国在全世界最早发现亚洲甲型流感病毒。1959 年分离出麻疹病毒,成功制成麻疹减毒活疫苗。1960 年前后大力试制与推广脊髓灰质炎减毒活疫苗,有力控制了小儿麻痹症的发病率。1972~1973 年分离出流行性出血性结膜炎的病原体是微小 RNA 病毒,属肠道病毒 70 型。1972 年以来建立了乙型肝炎抗原的血清学检查法,用于临床诊断。测定甲胎蛋白以进行肝癌的流行病学普查。此外钩端螺旋体,流行性脑膜炎疫苗,慢性气管炎病因,肿瘤免疫,

移植免疫等方面近年来也进行了大量研究工作。

生物制品发展迅速,数量、质量不少接近或赶上国际水平,在我国传染病防治工作中起了重要作用。抗菌素的研制和生产也有很大进展。运用现代微生物学与免疫学技术研究中医、中药也已经做了大量工作,发现不少有抗菌能力与影响机体免疫性的中草药。

四、医学微生物学的发展方向

(1) 对目前尚未分离到病原,或尚无满意诊断、防治措施的与微生物有关的疾病,如肝炎、流行性出血热、麻风等,要尽快分离到病原,找到诊断、防治措施。

(2) 进一步研究机体免疫系统的机能,寻找提高机体免疫机能的方法。研究与免疫有关疾病的发病机理与诊断、防治措施。

(3) 用微生物学与免疫学方法,研究中医治疗温病的理论以及扶正祛邪、活血化瘀等理论与药物,并应用于传染病的防治。

(4) 研究各类微生物的超微结构与分子结构,阐明这些结构与生物学特性、生理代谢及致病性的关系,从而发现其薄弱环节、找出杀灭病原微生物的方法。

(5) 遗传工程应用于传染病的防治。把对人们有利的生物基因 DNA 片段移植到细菌中去,使细菌的子代能直接产生亚单位疫苗、抗体、干扰素和抗菌素等。

从新中国成立以来,我国医学微生物学虽已取得一定成就,但与本学科发展的水平比较,还存在很大差距,我们要充分利用已经取得的成果为传染病及有关疾病的防治服务。同时,努力加强与细胞生物学、生化学、分子生物学、遗传学和病理学等各基础学科协作,积极应用电子显微镜、电子计算机、免疫荧光、免疫酶标记、同位素和组织培养等先进科学技术,促进医学微生物学的发展,为社会主义祖国实现四个现代化服务,对全人类作出较大贡献。

(江西中医学院 潘达鑫)

第二章 细菌的生物学特性

第一节 细菌的形态与构造

细菌(Bacteria)是最常见的一类原核细胞型微生物,临床上伤寒、细菌性痢疾、结核、麻风和破伤风等众所周知的传染病,都是由病原性细菌引起的。

一、细菌的大小与基本形态

细菌的个体很小,以微米(Micrometer 简写为 μm) 作为测量单位。1 微米等于 $1/1,000$ 毫米(mm)。大多数细菌的大小在 $0.5\sim 1.0\times 2\sim 3$ 微米的范围。需用显微镜将它放大 1,000 倍左右才能看到。细菌的种类很多,按其外形不同,其基本形态可分为三类。

(一) 球菌(Coccus)

单个菌体呈球形或近似球形,直径约1微米。按其分裂的方向及分裂后的排列方式,可分为(图2-1);

1. 双球菌 由一个平面分裂,分裂后两个菌体成对排列,如肺炎球菌。
2. 链球菌 也是由一个平面分裂,分裂后菌体连在一起,呈链状排列。

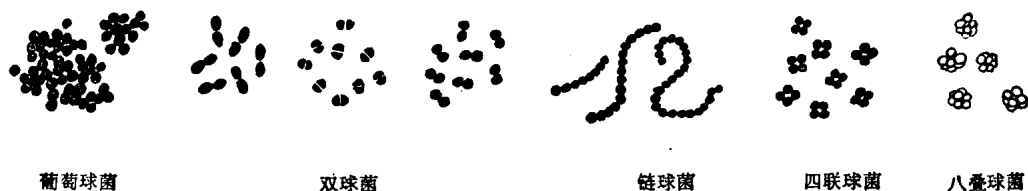


图2-1 各种球菌的形态

3. 四联球菌 由两个互相垂直的平面分裂,分裂后四个菌体联在一起。
4. 八叠球菌 由上下、前后和左右三个互相垂直的平面分裂,分裂后八个菌体重叠在一起。
5. 葡萄球菌 由两个或三个平面作不规则的分裂,分裂后菌体聚集呈葡萄状。

(二) 杆菌(Bacillus)

菌体呈杆状,有的是直的,有的稍弯曲。长短大小不一,中等大小的杆菌如大肠杆菌长约2~3微米,大杆菌如炭疽杆菌长约3~10微米,小杆菌如流感杆菌长仅0.7~1.5微米。菌体两端多呈钝圆形,亦有呈方形者。若菌体短粗,呈卵圆形时,称为球杆菌。大多数杆菌是单独存在的,有的杆菌分裂后仍连在一起,呈链状,叫链杆菌(图2-2)。

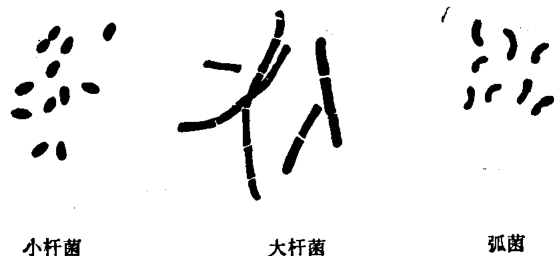


图2-2 杆菌和弧菌的形态

杆菌呈分枝状,称为分枝杆菌,例如结核杆菌。杆菌末端膨大呈棒状,如白喉杆菌。

- (三) 弧菌(Vibrio) 菌体弯曲呈弧形,如霍乱弧菌(图2-2)。

二、细菌的构造

细菌体积微小,在普通显微镜下不能辨别其详细构造。近年来,应用电子显微镜及分子生物学等新技术,对细菌的基本构造及组成有了新的认识。

(一) 细菌的基本构造

是指各种细菌具有的细胞结构,由细胞壁、细胞膜、细胞浆和拟核等组成(图2-3)。

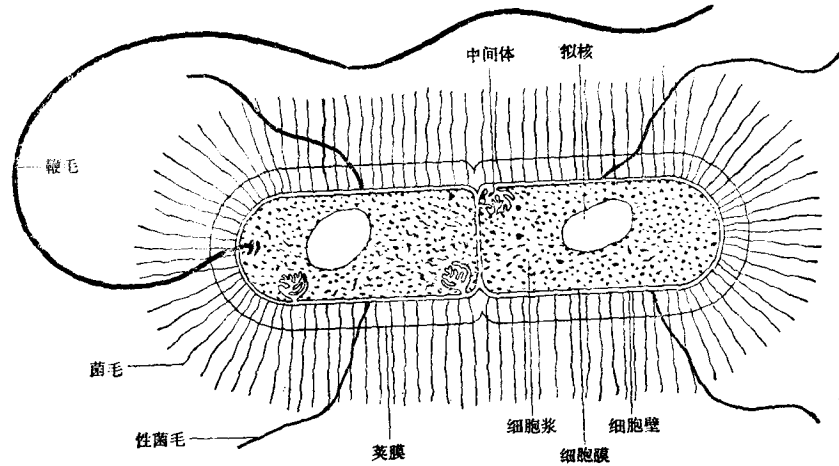


图 2-3 细菌细胞构造模式图

1. 细胞壁 (Cell wall) 细胞壁在细菌的最外层, 紧贴在细胞膜之外, 坚韧而略有弹性。细胞壁的主要功能是保护细菌, 支持细胞膜承受细菌内部很高的渗透压(5~25 个大气压); 并能维持细菌的一定外形。若将杆菌用溶菌酶等处理后, 由于细胞壁消失, 细菌从杆状变为球状。此外细胞壁上有很多细微小孔, 具有相对的通透性, 可与细胞膜共同完成菌细胞内外物质的交换。

细胞壁的化学组成比较复杂, 随细菌的种类而不同, 但所有细菌都具有粘肽 (Mucopolysaccharide), 此物质为细菌所特有, 是细胞壁的基础成分。

粘肽是由两种氨基糖 (*N*-乙酰葡萄糖胺和 *N*-乙酰胞壁酸) 及三或四种氨基酸所组成的大分子复合物。两种氨基糖间隔排列, 以葡萄糖苷链连接成多糖链, 组成支架; 另有一短肽侧链与 *N*-乙酰胞壁酸连接, 再通过五肽间桥将此侧链相连起来, 构成交叉的、坚韧性和机械强度相当大的三维空间网格 (图 2-4)。

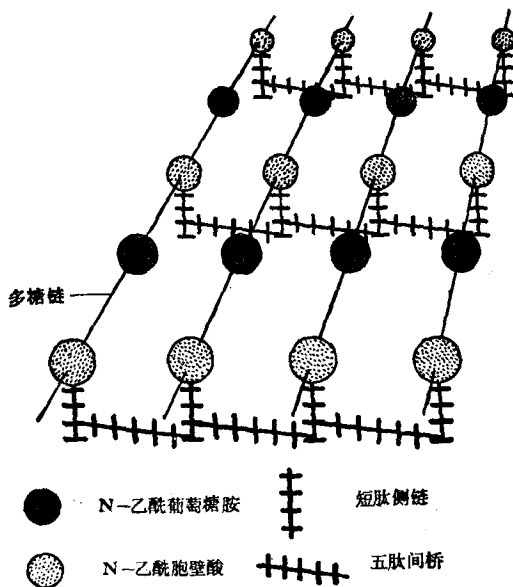


图 2-4 细菌细胞壁粘肽的结构

此外, 细胞壁还含有某些特殊成分, 其性质、数量因菌种而异。革兰氏阳性菌的特殊成分比较简单, 含量也较少。例如金黄色葡萄球菌含有磷壁酸 (Teichoic acid) 及甘氨酸, 占细胞壁重量的 20%。革兰氏阴性菌的特殊成分比较复杂, 含量也较大。例如大肠杆菌含有类脂、多糖、蛋白质, 占细胞壁重量的 80%, 就目前所知没有磷壁酸。类脂多糖蛋白质复合物与许多细菌的菌体抗原 (O 抗原) 有关, 而脂多糖就是细菌的内毒素。脂多糖位于细胞壁最外层, 可保护粘肽不受机体溶菌酶的作用。

细胞壁, 特别是其中的粘肽成分, 是某些抗菌素和其他抗菌因素的作用部位。例如溶菌酶切断氨基糖单位之间的链而使细菌破裂; 青霉素抑制多肽将相邻的多糖链

连接起来,从而抑制了粘肽的合成,使细菌缺乏细胞壁致死。由于革兰氏阳性菌含粘肽较多,故青霉素对这类菌有杀菌作用。革兰氏阴性菌因含粘肽较少,且有脂多糖对粘肽的保护,所以青霉素对这类菌只在相当高的浓度下才有一定作用。人和动物细胞不含粘肽成分,因此青霉素对人和动物没有毒性。

如果细胞壁发生缺损或被除去,细菌可形成各种不正常的形态;称为圆球体、游离原生质体或L型细菌等(详见第三节“细菌的遗传与变异”)。

2. 细胞膜(Cytoplasmic membrane) 细胞膜紧密地围绕在细胞浆外面,主要由类脂蛋白质组成,是一层柔软具半透性的生物膜。电镜下观察细菌的超薄切片可见到细胞膜。

典型的细胞膜是由双层类脂分子组成,其亲水极基位于类脂双层外表面,疏水脂肪酸链向膜中心伸展,垂直于脂层的平面,而膜蛋白则嵌入类脂双层中。膜蛋白是具有特殊作用的酶类,与细胞膜的选择通透性有关(图2-5)。

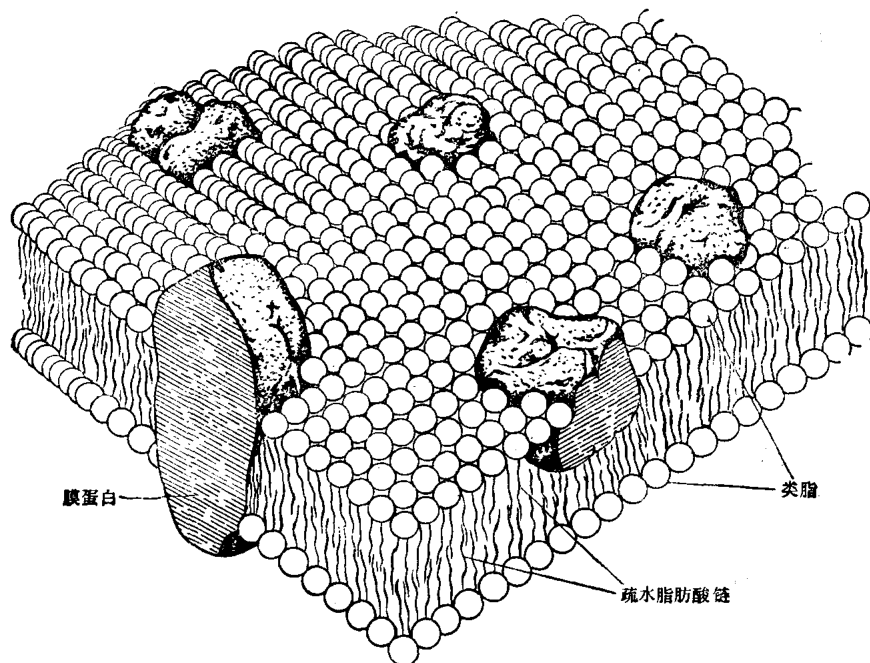


图2-5 细菌细胞膜结构模式图

细胞膜是细胞的渗透屏障(Osmotic barrier)。它能阻止许多小分子溶质进入胞内,有高度选择性作用,能主动地选择一些菌体代谢所需要的营养物质进入胞内,并将废物排出,在主动摄取营养物的过程中需要透性酶(Permeases)的参与。细胞膜含有许多酶系统,如呼吸酶系统中的细胞色素系统和三羧酸循环中的某些酶类;还可能制造细胞壁与细胞外结构物质的聚合酶类。有认为细胞膜与核糖体共同参与蛋白质的合成。

细胞膜如受到破坏,则细胞内容物漏出,导致细菌死亡。

3. 细胞浆(Cytoplasm) 细胞浆呈胶体状态,外包以细胞膜。细胞浆的化学组成随菌种、菌龄和培养基的成分而不同。基本成分是水、蛋白质、核酸和脂类,也含有小量的糖和盐类,还含有许多酶系统,是细菌新陈代谢的重要场所。胞浆内核糖核酸的含量较高,可达菌体固形物的15~20%。生长旺盛的幼龄细菌含量更高,因此细菌有较强的嗜碱性,易被碱性

染料着色。细胞浆内含有核糖体、中间体、质粒等超微结构,此外尚有内含物。

(1) 核糖体(Ribosome): 核糖体的成分是核糖核蛋白,其沉降系数为 70S,包含 30S 与 50S 两个亚单位。85%以上的细菌核酸存在其中。核糖体是蛋白质的合成场所。合成最活跃时可见核糖体附着在细胞膜上,每个菌细胞约含有 5 万个核糖体。电镜观察,这些核糖体连结在信使核糖核酸(mRNA)上,形成多核糖体(Polysomes),在此合成细菌蛋白质。

细菌的核糖体与人组织细胞的核糖体有某些明显差异。后者的沉降系数为 80S,包含 40S 和 60S 两个亚单位。故有些抗菌素可在核糖体水平上干扰敏感细菌的代谢,而无损于人细胞核糖体功能。如链霉素可与敏感细菌的 30S 核糖体成分结合,干扰细菌蛋白质正常合成,导致细菌死亡。

(2) 中间体(Mesosome): 是细菌胞浆中的主要膜层结构,由细胞膜内陷折叠而成。革兰氏阳性菌中间体结构发育良好,而革兰氏阴性菌则模糊不清。

中间体的结构与功能大概相当于真核细胞的线粒体,含有细胞色素系统和琥珀酸脱氢酶等,是菌细胞进行呼吸,从而产生能量以供应细胞活动的场所,所以有时称为拟线粒体(chondroid)。中间体可增大细胞膜的面积,以增加酶的含量(图 2-6)。

(3) 质粒(Plasmid): 质粒是一种染色体以外的遗传物质,比染色体小得多,通常是一个环状双股 DNA 片段,它具有染色体的许多特性,含有类似的遗传信息以控制自身复制,同时保证细胞分裂时将其遗传信息平均分配给每一个子代细胞。质粒见于多种革兰氏阴性细菌及葡萄球菌。已有不少资料证明它与细菌的遗传变异有密切关系(详见第三节“细菌的遗传与变异”)。

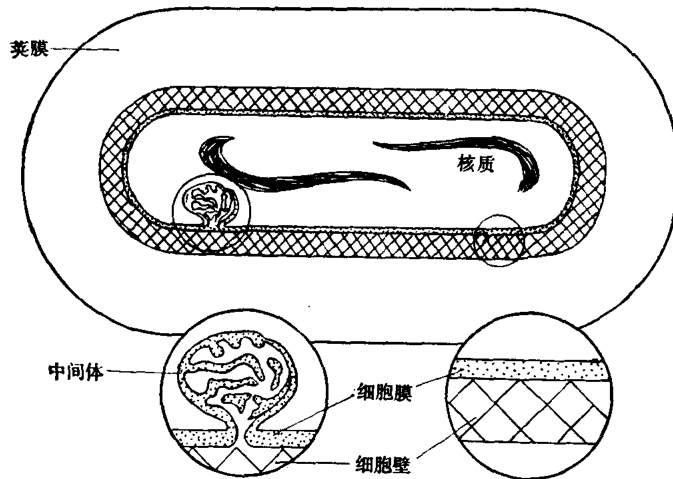


图 2-6 具有荚膜细菌的模式图
(显示核质、中间体以及细胞膜与细胞壁之间的关系)

(4) 内含物(Inclusion body): 在许多种类的细菌胞浆中,可见到一些圆形颗粒。这些颗粒并非固有结构,一般认为是储备的营养物质,当营养来源缺乏时可减少或消失。内含物包括纭回体(Volutin)、脂类、糖原、淀粉或硫等。

纭回体为偏磷酸盐聚合物,含有大量的无机磷储备,一般认为是菌细胞新陈代谢过程中磷和能量的来源。因其为酸性物质,对于碱性染料着色较深,故又称为异染颗粒(Metachromatic granules)。白喉杆菌常具有明显的异染颗粒,若用特殊染色法(如 Neisser 氏染色法),可以显示出这些颗粒与菌体着色不同,这一特性有助于白喉杆菌的鉴别。

4. 拟核(Nucleoid) 细菌缺乏象真核细胞一样的细胞核及核仁。但在菌细胞内可见到 DNA 密集区,称为核区、核质或拟核。拟核没有核膜与胞浆分开,但它具有细胞核的功能,