

高等医药院校教材

微生物与寄生虫学

(供中医、针灸、推拿专业用)

主编 章育正 副主编 潘达鑫 薄小泉

0173222

上海科学技术出版社

高等医药院校教材

微生物与寄生虫学

(供中医、针灸、推拿专业用)

主 编 章育正

副 主 编 潘达鑫 薄小泉

编 委 方道远 李端芬 滕 斌

上海科学技术出版社

高等医药院校教材

微生物与寄生虫学

(供中医、针灸、推拿专业用)

主编 章育正 副主编 潘达鑫 薄小泉

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 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15.5 插页 2 字数 374,000

1986年3月第1版 1986年3月第1次印刷

印数 1—36,500

统一书号: 14119·1859 定价: 2.70元

前 言

为了提高教材质量,促进高等中医药教育事业的发展,卫生部于1983年8月在上海召开了全国高等中医院校普通课、西医课教材编审会议,成立首届全国高等中医院校普通课、西医课教材编审委员会;组成十七个学科编审小组,根据卫生部1982年10月颁发的中医、针灸、中药各专业教学计划对各科教学大纲作了修订;并组织编写本套教材。

中医学院的普通课和西医课教材主要是为培养中医药高级专门人才服务的。本套教材是根据各专业培养目标对本门学科的要求,按照新的教学大纲,各编审小组制定了编写提纲,在总结二十多年来中医学院普通课、西医课教学经验的基础上编写而成。

在编写过程中,以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导,力求从高等中医教育的实际出发,既保证教材内容的科学性、系统性和完整性,又贯彻“少而精”和理论联系实际的原则。在更新教材内容的同时,注意充实近年来运用现代科学技术研究中医药学的新成果,从而使本套教材为培养高级中医药人才编写出新的风格 and 特点。

本套教材包括《英语》、《日语》、《高等数学》、《数理统计方法》、《医用物理学》、《物理学》、《无机化学》、《有机化学》、《物理化学》、《分析化学》、《正常人体解剖学》、《组织学与胚胎学》、《生理学》、《生物化学》、《微生物与寄生虫学》、《病理学》、《药理学》、《西医内科学基础》和《西医外科学总论》等十九门学科,共二十二种教材。其中部分教材是在原有基础上更新、充实、修改而成。

教材质量的高低,将直接影响培养目标的实现。要使中医学院的普通课、西医课教材适应高等中医教育的需要,还要进行长期的努力。要通过大量实践,不断总结经验,加以提高,才能逐步完善。由于水平有限,经验不足,编写时间仓促,本套教材存在不足之处,恳切期望广大师生和读者随时提供宝贵意见,以便在今后修订时加以改进。

全国高等中医院校普通课、
西医课教材编审委员会
一九八四年十月

编写说明

本书是根据 1983 年 8 月在上海召开的全国高等中医院校普通课、西医课教材编审会议讨论审订的“微生物与寄生虫学教学大纲”要求而编写的教材,可供高等中医院校中医、针灸和推拿专业教学使用。

全书分上下两篇,上篇为医学微生物学,下篇为医学寄生虫学。为了继承祖国医学遗产以及体现中医院校特点,在编写过程中,我们在“大胆结合、慎重处理”的原则下,增加了一些祖国医学对本专业的叙述以及与中西医结合的内容。但是,有些中西医结合的科研工作,尚在初步阶段,故所引用的资料,可能有欠妥之处,有待今后改进。

由于学时数有限,而学科发展较快,为了适应形势,我们用小字加排了一些内容,作为教学的补充或参考资料。

在本书中,我们将微生物学与寄生虫学的实验指导一并编入,各院校可按具体情况,决定取舍。

遵照卫生部关于全国高等中医院校普通课、西医课教材编审委员会决定,本书由微生物学、寄生虫学小组编委分工编写。微生物学由章育正编写绪言及免疫学基础,方道远编写细菌的生物学特性,李端芬编写病原性细菌,潘达鑫编写病毒和其他微生物,约请杨蕊英编写实验指导,姚颂一协助实验指导的编写及图表的整理;寄生虫学由薄小泉编写总论、医学蠕虫和实验诊断技术,滕斌编写医学原虫、医学昆虫概述及实验指导。

因时间紧迫,我们未能广泛征求意见,且水平有限,本教材从内容到形式存在的缺点和错误在所难免,希望各院校在使用过程,不断总结经验,及时提出宝贵意见,以便今后进一步修订提高。

编者

一九八四年六月

目 录

上篇 医学微生物学

1 绪言	1	3.2.1 抗原的概念	35
1.1 微生物的概念	1	3.2.2 抗原必需具备的条件	35
1.2 病原微生物与医学微生物学	1	3.2.3 抗原的种类	37
1.3 微生物学发展简史	2	3.2.4 医学上重要的抗原	38
2 细菌的生物学特性	4	3.3 免疫应答	39
2.1 细菌的形态与构造	4	3.3.1 机体的免疫系统	39
2.1.1 细菌的大小与形态	4	3.3.2 免疫应答的形成过程	44
2.1.2 细菌细胞的构造	5	3.3.3 体液免疫	44
2.1.3 细菌形态学检查法原则	11	3.3.4 细胞免疫	51
2.2 细菌的生理	12	3.3.5 免疫细胞间相互作用	52
2.2.1 细菌的营养	12	3.4 变态反应	53
2.2.2 细菌生长繁殖的条件	12	3.4.1 第 I 型变态反应	53
2.2.3 细菌的新陈代谢	13	3.4.2 第 II 型变态反应	56
2.2.4 细菌的生长繁殖	15	3.4.3 第 III 型变态反应	58
2.2.5 细菌的人工培养	16	3.4.4 第 IV 型变态反应	60
2.3 细菌的遗传和变异	17	3.5 免疫学的应用	62
2.3.1 遗传和变异的物质基础	17	3.5.1 特异防治	63
2.3.2 细菌变异的现象	17	3.5.2 免疫学在诊断方面的应用	65
2.3.3 细菌变异的机理	18	3.6 祖国医学与免疫	70
2.3.4 细菌变异的实际意义	19	3.6.1 祖国医学对免疫的认识与贡献	70
2.4 细菌的分布	20	3.6.2 中医理论与免疫	70
2.4.1 细菌在人体的分布	20	3.6.3 中医临床与免疫	72
2.4.2 细菌在自然界的分布	21	3.6.4 针灸与免疫	73
2.5 外界因素对细菌的影响	22	3.6.5 中草药与免疫	74
2.5.1 物理因素对细菌的影响	22	4 病原性细菌	76
2.5.2 化学因素对细菌的影响	23	4.1 化脓性球菌	76
2.5.3 中草药的抗菌作用	23	4.1.1 葡萄球菌	76
2.6 细菌的致病作用	25	4.1.2 链球菌	78
2.6.1 细菌致病的物质基础	25	4.1.3 脑膜炎球菌	80
2.6.2 传染的发生及途径	28	4.1.4 肺炎球菌	81
2.6.3 传染的来源	29	4.2 肠道杆菌	82
2.6.4 传染类型与结局	29	4.2.1 沙门菌属	82
3 免疫学基础	31	4.2.2 志贺菌属	86
3.1 免疫概述	31	4.2.3 大肠杆菌	88
3.1.1 免疫的概念	31	4.2.4 其他肠道杆菌	89
3.1.2 机体天然防御功能	31	4.3 霍乱弧菌	89
3.2 抗原	35	4.4 厌氧性细菌	91

4.4.1 厌氧芽胞杆菌	91	6.2 立克次体	132
4.4.2 无芽胞厌氧菌	93	6.2.1 概说	132
4.4.3 胎儿弯曲菌	94	6.2.2 斑疹伤寒立克次体	133
4.5 白喉杆菌	94	6.2.3 恙虫病立克次体	133
4.6 结核杆菌	97	6.2.4 其他立克次体	134
4.7 其他病原性细菌	99	6.3 支原体	134
5 病毒	102	6.3.1 概说	134
5.1 病毒概说	102	6.3.2 人体寄生的支原体	135
5.1.1 病毒的基本特性	102	6.4 螺旋体	135
5.1.2 病毒的致病性与免疫性	108	6.4.1 概说	135
5.1.3 病毒感染的实验室检查	112	6.4.2 钩端螺旋体	136
5.1.4 病毒感染的防治	114	6.4.3 其他螺旋体	137
5.1.5 病毒的分类	115	6.5 放线菌	137
5.2 呼吸道感染病毒	116	6.5.1 概说	137
5.2.1 流行性感冒病毒	116	6.5.2 伊氏放线菌	138
5.2.2 麻疹病毒	118	6.5.3 奴卡菌	138
5.2.3 其他呼吸道感染病毒	119	6.6 真菌	138
5.3 消化道感染病毒与肝炎病毒	120	6.6.1 概说	138
5.3.1 脊髓灰质炎病毒	120	6.6.2 皮肤丝状菌	140
5.3.2 甲型肝炎病毒	121	6.6.3 白色念珠菌	140
5.3.3 乙型肝炎病毒	122	6.6.4 新型隐球菌	141
5.3.4 其他消化道感染病毒与肝炎病毒	124	6.6.5 其他真菌	141
5.4 虫媒病毒	125	7 医学微生物学实验	143
5.4.1 流行性乙型脑炎病毒	125	7.1 实验室规则	143
5.4.2 其他虫媒病毒	126	7.2 细菌的生物学特性实验	143
5.5 其他病毒	126	7.2.1 细菌形态的观察	143
5.5.1 狂犬病病毒	126	7.2.2 细菌的人工培养	145
5.5.2 疱疹病毒	127	7.2.3 细菌的分布	147
5.5.3 噬菌体	129	7.2.4 消毒与灭菌	147
6 其他病原微生物	131	7.3 免疫学实验	151
6.1 衣原体	131	7.4 病原性细菌实验	153
6.1.1 衣原体的生物学特性	131	7.5 病毒及其他微生物实验	156
6.1.2 沙眼衣原体	132		

下篇 医学寄生虫学

1 总论	159	2.2.1 似蚓蛔线虫(蛔虫)	164
1.1 医学寄生虫学的定义、任务和范畴	159	2.2.2 毛首鞭形线虫(鞭虫)	167
1.2 寄生生活、寄生虫和宿主的概念	159	2.2.3 钩虫	169
1.3 寄生虫与宿主的相互关系	160	2.2.4 蠕形住肠线虫(蛲虫)	173
1.4 寄生虫病的流行及防治	162	2.2.5 丝虫	175
1.5 我国医学寄生虫学的发展和成就	162	2.3 吸虫	179
2 医学蠕虫	164	2.3.1 华枝睾吸虫(肝吸虫)	179
2.1 概述	164	2.3.2 布氏姜片吸虫(姜片虫)	181
2.2 线虫	164	2.3.3 卫氏并殖吸虫(肺吸虫)	183
		2.3.4 日本裂体吸虫(日本血吸虫)	185

2.4 绦虫.....	190	4.6.7 蜚.....	221
2.4.1 链状带绦虫(猪带绦虫、猪肉绦虫、 有钩绦虫).....	190	4.6.8 恙螨.....	222
2.4.2 肥胖带吻绦虫(牛带绦虫、牛肉绦 虫、无钩绦虫).....	194	4.6.9 人疥螨.....	223
2.4.3 细粒棘球绦虫(包生绦虫、犬绦虫).....	196	5 医学寄生虫学实验.....	224
3 医学原虫.....	200	5.1 线虫.....	224
3.1 概述.....	200	蛔虫、鞭虫、钩虫、蛲虫、丝虫.....	224
3.2 溶组织内阿米巴(痢疾阿米巴).....	200	5.2 吸虫.....	226
3.3 杜氏利什曼原虫(黑热病原虫).....	205	肝吸虫、姜片虫、肺吸虫、日本血吸虫.....	226
3.4 阴道毛滴虫.....	207	5.3 绦虫.....	227
3.5 蓝氏贾第鞭毛虫.....	208	猪带绦虫、牛带绦虫、包生绦虫.....	227
3.6 疟原虫.....	208	5.4 原虫.....	228
4 医学昆虫概述.....	214	痢疾阿米巴、结肠阿米巴、杜氏利什曼原虫、 阴道毛滴虫、疟原虫.....	228
4.1 医学昆虫的概念.....	214	[附录] 医学寄生虫学实验诊断技术.....	230
4.2 医学昆虫的形态特征和范围.....	214	1. 病原检查.....	230
4.3 医学昆虫的发育.....	214	1.1 粪便检查.....	230
4.4 对人体的危害及传播疾病的方式.....	215	1.2 血液检查.....	234
4.5 防制原则.....	216	1.3 分泌物检查.....	236
4.6 重要医学昆虫.....	217	2. 免疫学诊断.....	236
4.6.1 蚊.....	217	2.1 皮内试验.....	236
4.6.2 蝇.....	220	2.2 尾蚴膜反应.....	236
4.6.3 白蛉.....	220	2.3 环卵沉淀反应.....	236
4.6.4 蚤.....	221	3. 常用试剂配制.....	237
4.6.5 虱.....	221	3.1 试剂.....	237
4.6.6 臭虫.....	221	3.2 染料.....	238

0173222

上篇 医学微生物学

1 绪言

1.1 微生物的概念

微生物 (Microorganism) 是一群在光学显微镜或电子显微镜下才能看到的微小生物。一般细菌的大小介于 $0.2\mu\text{m}$ 到几个 μm 之间, 病毒只有 $20\sim 300\text{nm}$ 左右的大小, 它们的结构亦较简单。微生物对外界环境适应性较强, 能迅速吸收营养物质很快繁殖。微生物的种类繁多, 在自然界分布很广。

由于微生物的广泛分布, 故与人类关系极为密切, 其中多数对人无害有益。自然界许多物质的循环要靠微生物来完成。土壤中的微生物通过腐败和发酵作用, 将动植物蛋白质转化为无机含氮化合物供植物生长需要, 根瘤菌能固定空气中游离的氮气, 为植物所利用, 而植物成长后再被人类和动物所利用。由此可见, 微生物在自然界氮元素的循环过程中起着重要作用, 如果没有微生物, 人和动植物将难以生存。

由于各种微生物的独特性质, 许多微生物被利用于生产方面。在工业上可用于食品的发酵、制革、化工、探矿、炼铜、综合利用工业废物以及污水的处理; 在农业上已用于制造菌肥、植物生长素和消灭病虫害方面; 在医药卫生方面, 几乎全部抗生素都是来自微生物的代谢产物, 还可用来制造维生素、辅酶、疫苗等制品。近年来遗传工程和微生物工程的迅速发展, 为工农业和医学的发展开辟了广阔的前途。

少数微生物对人类和动植物有害, 引起疾病, 也有一些能使工农业产品腐败和霉变, 影响国民经济。

微生物学的任务是研究微生物在一定条件下的形态结构、生命活动及其规律、进化、分类以及与人、动植物、自然界相互的关系。本课程着重讨论与人类疾病有关的微生物。

1.2 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)。它的种类很多, 根据其结构分属于三个类型共有八种。

(1) 非细胞型微生物 无细胞结构, 个体极小, 能通过细菌滤器, 只能在活细胞内生长繁殖。病毒属此。

(2) 原核细胞型微生物 虽有细胞结构, 但仅有原始核, 无核膜和核仁, 细胞器很少。细菌、放线菌、螺旋体、支原体、衣原体、立克次体属此。

(3) 真核细胞型微生物 有细胞结构, 细胞核分化程度较高, 有核膜、核仁、染色体, 细胞质内有完整的细胞器。真菌属此。

医学微生物学 (Medical microbiology) 是研究病原微生物的生物学特性及其与人体相互作用规律的科学。学习微生物学的目的,是为了掌握微生物学与免疫学的基本理论、基本知识和操作技能,用以与感染性疾病及有关免疫性疾病作斗争,并找寻有效的诊断及防治措施;同时,学会运用微生物学与免疫学的知识和技能,来整理、提高和发扬祖国医学遗产。

学习医学微生物学需以生物学、生理学、生物化学等学科为基础,同时又为学习病理学、药理学、传染病等学科打下基础。本课程内容包括细菌生物学特性、免疫学基础、病原性细菌、病毒和其他病原微生物。

1.3 微生物学发展简史

1.3.1 我国古代对微生物及传染病的认识

早在三、四千年前,我国人民即应用微生物的发酵作用来酿造酒、醋和制作豆酱。二千年前的《内经》描述了传染病的发生情景:“五疫之至,皆相染易,无问大小,症状相似”。东晋葛洪(公元 261~341 年)在《肘后方》中即有对恙虫病、天花、肺癆、马鼻疽等传染病的记载。宋朝《小儿卫生总微论方》指出脐风与大人破伤风为同种疾病,主张烧烙断脐防止脐风。北宋末年(十一世纪)刘真人就有肺癆由小虫引起的主张。清乾隆年间(十八世纪)师道南写了“鼠死行”,正确描述了鼠疫流行的规律性。早在《神农本草经》就有“黄连止泻”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,此等发现比之国外早很多年。在免疫方面,《内经》(二千年前)已早有“正邪相搏”的理论,与近代免疫学相一致。

1.3.2 微生物形态学时期

1676 年荷兰人吕文胡克创制出第一架简单的显微镜,观察到污水、井水、粪便和牙垢中许多球状、杆状和螺旋状的细菌,从而展开了对形态学的研究。

1.3.3 微生物生理学时期

十九世纪初期,法国科学家巴斯德发现了发酵与腐败是微生物所引起的,为了防止酒类变质,创造了加温处理办法,这就是一般所讲巴斯德消毒法。他还发现危害人畜的一些传染病,也是由微生物引起,所以,巴斯德是现代微生物学的创始人。根据巴斯德的防腐理论,英国外科医生李斯特创造了无菌外科手术法,使外科手术的感染率和死亡率大大降低。德国医生郭霍发明了固体培养基,用来分离培养获得细菌的纯培养,并发明了细菌的染色法和动物的实验感染法,是微生物学研究方法的奠基人,应用了这些方法发现了炭疽、结核和霍乱等病原体,由此而推动当时的微生物工作者发现了更多的病原微生物。

1.3.4 免疫学萌芽时期

我国最先发明了人痘预防天花方法。1798 年英国医生琴纳创制了牛痘苗。十九世纪后期,巴斯德用减低微生物毒力方法创制了鸡霍乱与炭疽菌苗、狂犬病疫苗,从而为免疫学的创立奠定了基础。十九世纪末叶开始对免疫本质的研究,俄罗斯学者梅契尼可夫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,是为体液免疫学说。在此两派的长期争鸣过程中,促进了免疫学的发展。

1.3.5 病毒的发现

1892 年俄国学者伊凡诺夫斯基发现烟草花叶病病毒,从此人们了解到自然界还存在此种比细菌更小的微生物。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,陆续发现了许多新病毒,并进一步

弄清支原体和衣原体是属于病毒以外的另一类微生物。

1.3.6 化学制剂与抗生素的发现

1910年欧立希合成砷化合物606和914来治疗梅毒,1935年杜马克用原始的磺胺药百浪多息治疗链球菌感染,1929年弗来明发现青霉素,1943年华克斯曼发现了链霉素,此后化学制剂和抗生素即不断出现,为传染病的防治提供有力武器。

1.3.7 现代微生物学与免疫学

近几十年来,随着物理学和化学的突飞猛进以及新技术的运用,微生物与免疫学得到很大的发展。由于电子显微镜和超薄切片技术的发明,以及分子生物学的迅速发展,使细菌和病毒的研究提高到超微结构和分子水平,各类微生物的超微结构及分子结构不断得到阐明,人们对细菌和病毒等的结构与功能的关系、新陈代谢、遗传变异、致病原理及其生命活动规律等加深了理解。对细菌毒素的性质及作用机理得到进一步了解,已查明霍乱弧菌、炭疽杆菌、鼠疫杆菌和大肠杆菌等也能产生外毒素。新抗生素的不断发现,生物制品不断创新,在传染病的防治上发挥了很大作用。微生物的鉴定技术的不断改良,电子仪器自动化及电子计算机的应用,以及快速诊断技术的发展,使传染病的诊断趋向快速和更加准确化,使新的病原微生物也不断发现。由于微生物结构简单、繁殖快、容易培养,因此可用作研究分子遗传学和遗传工程的对象,现已可以人工方法转移遗传基因,按照人们意愿,创造出具有特殊性能的微生物新品种,为生产和保健服务。例如近年来已可利用遗传工程结合微生物工程,制造干扰素、乙型肝炎抗原和胰岛素。

近二十年来,免疫学已超越抗传染的范围,由于对胸腺、淋巴细胞、巨噬细胞、免疫球蛋白和补体的研究,有了明显的突破,明确了机体具有完善的免疫系统,对其各个成分的性质和功能已有较清楚的了解,不仅加深了对防御性免疫的认识水平,同时对变态反应、自身免疫性疾病和移植免疫等也有进一步的了解,在技术方面则有免疫酶标法、单克隆抗体技术等发现,大大丰富和扩大了免疫学的理论和实际。近代免疫学已扩大到医学的许多领域,渗透到基础医学、临床医学及预防医学中,并和许多学科交织在一起。

1.3.8 新中国医学微生物学的成就

解放初期,我国对流行性乙型脑炎的病原学、流行病学进行了大量研究工作,取得有价值的成果。1952年在反细菌战中,微生物工作者作出了重大贡献。1956年我国学者们在全世界首先分离出沙眼衣原体;1957年我国最早发现亚洲甲型流感病毒;1959年分离出麻疹病毒,并成功制成了有效的麻疹减毒活疫苗。我们已经控制或消灭了解放前流行较严重的一些传染病,进行过较大规模的甲胎蛋白的普查;此外,在肝炎疫苗的研制、单克隆抗体技术的应用、钩端螺旋体、慢性气管炎病因、肿瘤免疫、移植免疫和基础免疫等方面进行了大量的研究工作,并取得可喜的进展。生物制品发展迅速,不少制品的数量和质量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。抗生素的研制和生产也有很大进展。

中医中药是我国的一个伟大宝库,多年来,发现不少中草药具有抗微生物作用,近年来也发现一些扶正固本和祛邪类药物都能够调节机体的免疫功能。我们应该深入地运用现代微生物学和免疫学技术,进一步阐明其作用原理,为提高其防治效果提供理论依据,这不仅能防治疾病,造福于人民,而且对世界医学也将是一个很大贡献。

2 细菌的生物学特性

2.1 细菌的形态与构造

细菌(Bacteria)是一类具有细胞壁的单细胞生物,属于原核细胞型微生物。各种细菌在一定环境条件下,有相对恒定的形态和结构。了解细菌形态结构特点,对于鉴别细菌、诊断疾病和研究细菌的致病性与免疫性,都具有重要意义。

2.1.1 细菌的大小与形态

细菌体积微小,通常以微米(Micrometer 简写为 μm ,等于 $1/1000\text{mm}$)为测量大小的单位。一般需用显微镜放大几百倍才能看到。

根据细菌的基本形态可将之分成三类:球菌、杆菌和弯曲状菌。

(1) 球菌(Coccus) 单个球菌呈球形或近似球形,直径约 $1\mu\text{m}$ 。根据菌细胞分裂的方向和分裂后排列方式又可分为:

- ① 双球菌: 细菌在一个平面上分裂,分裂后两个成对排列,如脑膜炎球菌。
- ② 链球菌: 在一个平面上分裂,分裂后菌体相连呈链状排列,如溶血性链球菌。
- ③ 葡萄球菌: 在多个平面上分裂,分裂后菌体堆积呈葡萄状,如金黄色葡萄球菌。

也有的球菌在两个或三个互相垂直的平面上分裂,并排列成四联球菌或八叠球菌(图 2-1)。

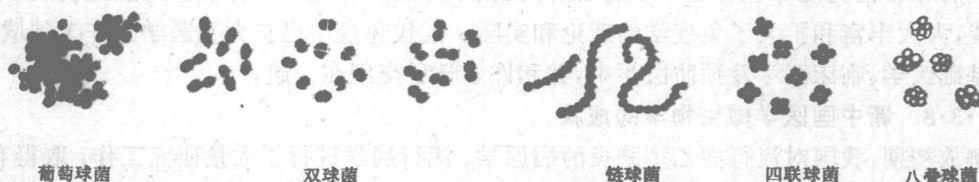


图 2-1 各种球菌的形态

(2) 杆菌(Bacillus) 菌体一般呈直杆状,有的细长或稍弯曲。杆菌种类很多,大小形状很不一致。大杆菌如炭疽杆菌长约 $3\sim 10\mu\text{m}$,中等大小的杆菌如大肠杆菌长约 $2\sim 3\mu\text{m}$,小杆菌如流感杆菌长约 $0.7\sim 1.5\mu\text{m}$ 。大多数杆菌两端钝圆,少数两端平齐(如炭疽杆菌)。有的两端膨大呈棒状(如白喉杆菌)。杆菌多单独存在,有的也可成对或成链状排列。

(3) 弯曲状菌(Curved or Spiral forms) 菌体呈弯曲状。

- ① 弧菌(Vibrio): 菌体只有一个弯曲呈弧形,如霍乱弧菌。
- ② 螺菌(Spirilla): 菌体有数个弯曲,较为坚韧,如鼠咬热螺菌。
- ③ 弯曲菌(Campylobacter): 菌体有单个或多个弯曲,如空肠弯曲菌。(图 2-2)

细菌在适宜条件下,保持其固有的典型形态。当环境条件变化时,其形态可发生改变,可出现多形态或细胞壁缺陷菌。



图 2-2 杆菌和弯曲状菌的形态

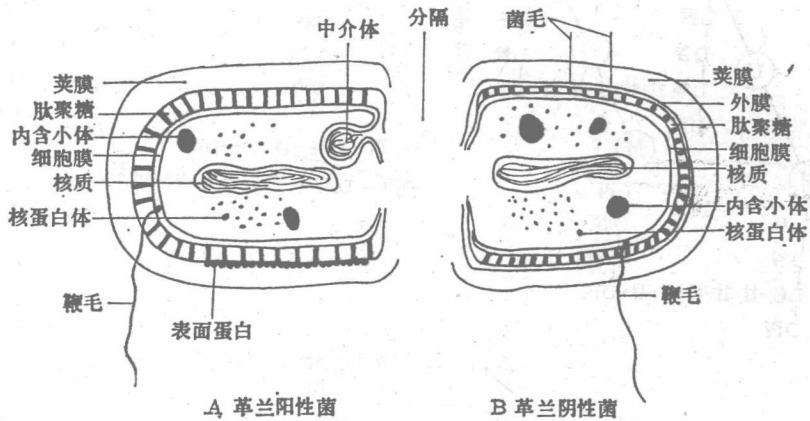


图 2-3 细菌的细胞构造模式图

注：外膜包括脂蛋白、外膜和脂多糖三层

2.1.2 细菌细胞的构造

【细菌的基本构造】

是指各种细菌都具有的细胞结构(图 2-3)。

(1) 细胞壁(Cell wall) 细胞壁包围在细胞膜之外, 坚韧而有弹性。主要功能是维持细菌的外形, 并对细菌起保护作用, 多数细菌, 由于可溶性物质通过主动运输而浓缩于细胞内, 造成菌体内很高的压力(5~25 个大气压), 完整的细胞壁可保护脆弱的细胞质体(细胞膜及其内含物), 防止渗透压引起的裂解。细胞壁上有许多微细小孔, 水及直径小于 1nm 的物质可自由通过, 与细胞膜共同完成胞内外物质的交换。

细胞壁的化学组成的结构比较复杂, 其主要成分为肽聚糖(Peptidoglycan), 此外, 革兰阳性菌和革兰阴性菌还各有其特殊成分。

肽聚糖或称粘肽(Mucopetide)是细菌细胞壁所特有的物质, 但肽聚糖中四肽侧链的组成及其联结方式则随细菌种类的不同而有差异。革兰阳性菌(如金黄色葡萄球菌)的肽聚糖由多糖骨架、四肽侧链和交联桥(五肽桥链)组成。多糖骨架由 N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸以 1, 4-糖苷键交替连接而成, 四肽侧链联结在 N-乙酰胞壁酸上, 四肽侧链上氨基酸的序列是: L-丙氨酸→D-谷氨酸→L-赖氨酸→D-丙氨酸, 再由甘氨酸五肽链将相邻四肽链一侧的第三位赖氨酸与另一侧的第四位丙氨酸交联起来, 形成致密的立体网状结构。而革兰阴性菌(如大肠杆菌)的多糖骨架与金黄色葡萄球菌相同, 但四肽侧链的第三位不是赖氨酸而是二氨基庚二酸(DAP), 相邻的肽链交联程度低, 或呈游离状态, 或由一侧链的二氨基庚二酸和另一

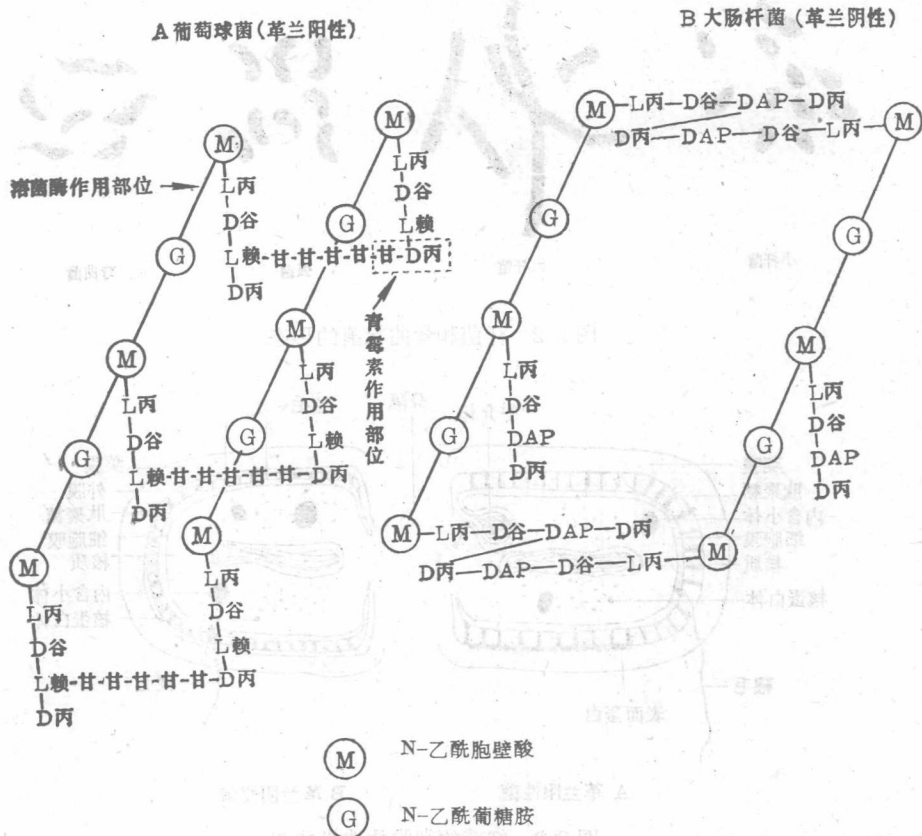


图 2-4 金黄色葡萄球菌与大肠杆菌的细胞壁肽聚糖结构

侧链末端的 D-丙氨酸通过肽键直接相连,形成较疏松单层平面网络(图 2-4)。

革兰阳性菌细胞壁较厚,主要成分是肽聚糖,占胞壁干重的 50~80%,其余成分为磷壁酸(Teichoic acid)和多糖。磷壁酸是革兰阳性菌细胞壁所特有的成分。磷壁酸系由核糖醇或甘油残基为支柱,通过磷酸二酯键结合组成。磷壁酸位于肽聚糖外层,具有很强的抗原性,是革兰阳性菌的重要表面抗原。

革兰阴性菌的细胞壁结构较复杂,肽聚糖含量少,仅占胞壁干重的 10~20%。在肽聚糖之外为脂蛋白、外膜和脂多糖三种多聚物。脂蛋白将外膜与肽聚糖相联结。外膜为双层磷脂,其中含有一些特殊的蛋白质,与物质运转有关。因此外膜还有屏障作用,使有些化学物质难以透过,而不能作用于深部的肽聚糖,故对某些抗生素有较大的抵抗力。附着于外膜的脂多糖即革兰阴性菌的内毒素,由特异性多糖(菌体抗原)、核心多糖和类脂 A 组成。类脂 A 是由焦磷酸键联结的葡萄糖胺聚二糖链,其上连接许多长链脂肪酸。类脂 A 是脂多糖毒性部分,是内毒素的主要成分(图 2-5)。

有些物质的抗菌作用,与其对肽聚糖的影响因而损伤细胞壁有关。如溶菌酶能切断 N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸之间的 β -1, 4 链分子联结,破坏肽聚糖骨架,引起细菌裂解。青霉素可抑制肽链交联,使之不能合成完整的细胞壁,结果产生致命影响。革兰阳性菌细胞壁的主要成分是肽聚糖,所以易受溶菌酶和青霉素等抗菌物质的影响。革兰阴性菌含肽聚糖少,且有外层多聚物的保护作用,故对溶菌酶和某些抗生素有抵抗力。

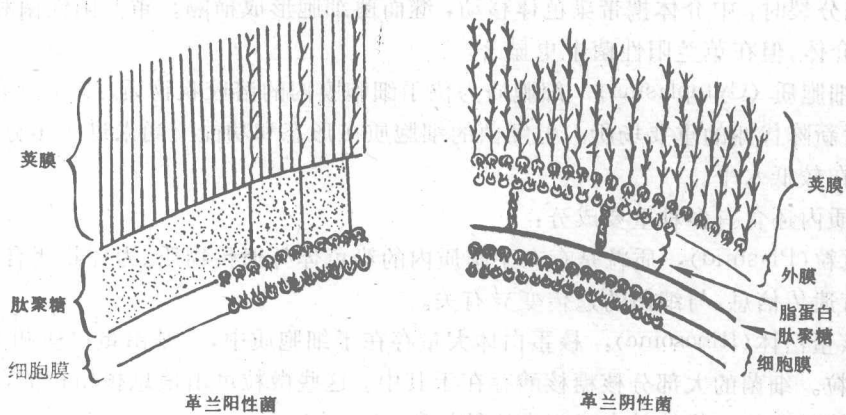


图 2-5 革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁的比较

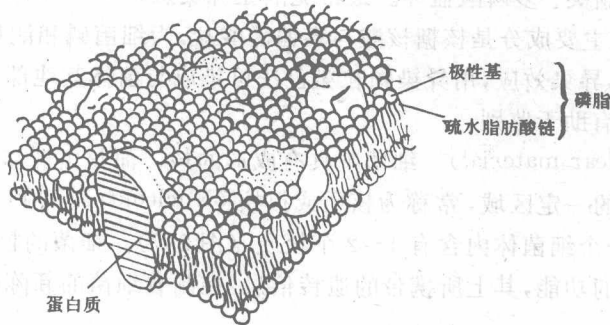


图 2-6 细菌细胞膜的构造

动物和人体细胞无细胞壁，不含肽聚糖，所以溶菌酶和青霉素等对人体细胞无毒性作用。由于革兰阳性菌与革兰阴性菌的细胞壁结构有显著不同，以致它们的染色性、抗原性、毒性以及对某些药物的敏感性等都有很大差异。

(2) 细胞膜(Cytoplasmic membrane) 位于细胞壁内侧紧包在细胞质外面，是一层柔软而富有弹性的薄膜。细胞膜的结构均以双分子层的磷脂为基架，内中镶有多种蛋白质。多为具有特殊作用的酶类和载体蛋白。细菌缺乏真核细胞内具有的核膜、内质网和线粒体等超微结构，有些超微结构的功能即由细胞膜承担(图 2-6)。

细胞膜具有选择性通透作用，细胞膜上有许多小孔，能容许小分子可溶性物质通过。膜上嵌有载体蛋白(透性酶)，在其参与下，能主动选择一些菌体代谢所需要的营养物质进入胞内，并排出废物。细胞膜上有细胞色素和其他呼吸酶，需氧菌和兼性厌氧菌的电子传递和氧化磷酸化主要在膜上进行；此外含有生物合成酶，细胞膜脂类和细胞壁上肽聚糖、磷壁酸、脂多糖等成分，均在细胞膜上合成。因而细胞膜在营养物质转运、能量代谢、生物合成等方面具有重要作用。

中介体(Mesosome) 是由细胞膜内陷折叠而形成的膜状结构，由此扩大了膜的面积，相应的增加酶含量，内含大量氧化还原酶，与细菌呼吸有关，故称为“拟线粒体”。中介体有位于菌体侧面的侧中介体，有靠近中央横隔处的横隔中介体。横隔中介体与染色体相连

接,在细胞分裂时,中介体携带染色体移动,继而菌细胞形成横隔。革兰阳性菌和革兰阴性菌都有中介体,但在革兰阳性菌中更显著。

(3) 细胞质(Cytoplasm) 细胞质为位于细胞膜内的溶胶状物质,其中含有多种酶系统,是进行新陈代谢的重要场所。但细菌的细胞质在形态和功能上尚未进一步分化,其生理功能停留在较低水平。

细胞质内还含有多种重要成分:

① 质粒(Plasmid): 质粒是存在于胞质内的染色体外遗传物质。为环状闭合双股 DNA 分子,具有遗传信息,与细菌的遗传变异有关。

② 核蛋白体(Ribosome): 核蛋白体大量存在于细胞质中,它是由蛋白质和 RNA 组成的超微颗粒。细菌的大部分核糖核酸存在于其中。这些微粒可由信息核糖核酸(mRNA)连接成多聚核蛋白体。此处是合成蛋白质的场所。

③ 内含小体(Inclusion body): 许多细菌细胞质内含有各种颗粒,多为细胞贮备的营养物质。包括多糖、脂类、多磷酸盐等。最常见的是异染颗粒(Metachromatic granules)或称迂回体(Volutin),主要成分是核糖核酸与多偏磷酸盐,为细菌磷和能量的贮藏物,它所含无机多聚磷酸使之具异染效应,用异染颗粒染色法可染成与菌体其他部分不同的颜色,如白喉杆菌的异染颗粒,有助于鉴别。

(4) 核质(Nuclear material) 细菌不具有成形的核,而是由裸露的双股 DNA 反复折叠,密集于细胞中的一定区域,常称为核质或拟核(Nucleoid)。用 Feulgen 氏法染色,在光学显微镜下可见一个细菌体内含有 1~2 个核质(图 2-7)。细菌的核质即是一个单一的染色体,具有细胞核的功能,其所携带的遗传信息,控制着细菌的新陈代谢、生长繁殖以及遗传和变异等。

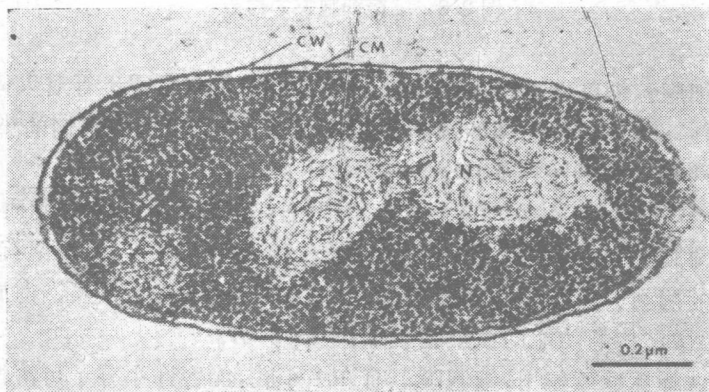


图 2-7 细菌的核质

CM 细胞膜 CW 细胞壁 N 核质

【细菌的特殊构造】

是指某些细菌所特有的构造。

(1) 荚膜(Capsule) 有些细菌分泌粘液包围在细胞壁外面,形成肥厚的粘液层,称为荚膜(图 2-8)。荚膜的形成与环境条件有关,一般在体内或营养丰富的培养基中容易形成,在普通培养基中则多消失。荚膜的化学成分因细菌种类和型别而异,多数荚膜由多糖组成,而炭疽杆菌的荚膜则为多肽。荚膜具有特异的抗原性,荚膜抗原可作为鉴定细菌的依据,如

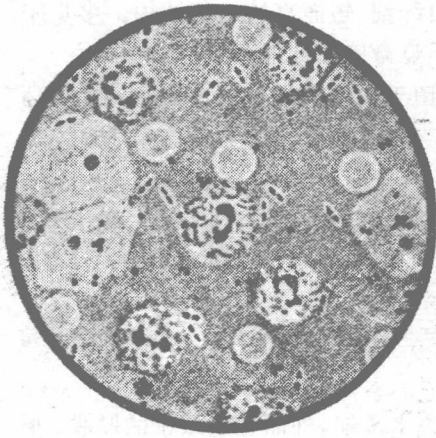


图 2-8 细菌的荚膜

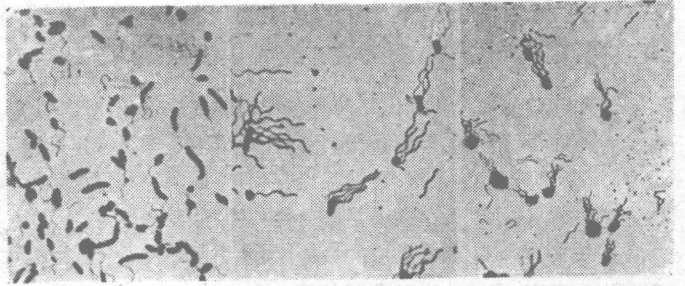


图 2-9 细菌的鞭毛

肺炎球菌的型特异性，即是由于荚膜多糖化学结构的差异而决定。荚膜的主要功能是保护细菌抵抗吞噬细胞的吞噬和消化，从而增强细菌对宿主的侵袭力。

(2) 鞭毛 (Flagella) 许多细菌的表面具有细长弯曲的丝状物，称为鞭毛。它是借基础小体和钩状体附着于菌体上。鞭毛的部位和数目因菌种而异，有单毛菌如霍乱弧菌、双毛菌如空肠弯曲菌、丛毛菌如绿脓杆菌、周毛菌如伤寒杆菌 (图 2-9)。鞭毛是细菌的运动器官，通常作旋转和波状运动而推动细菌前进。鞭毛的基质是蛋白质，其氨基酸结构非常接近肌球蛋白，可能细菌的运动与之有关。各种细菌的鞭毛具特异的抗原性 (称 H 抗原)。

细菌的动力和鞭毛的抗原性，在细菌鉴别分类上 (如沙门菌属) 有重要价值。

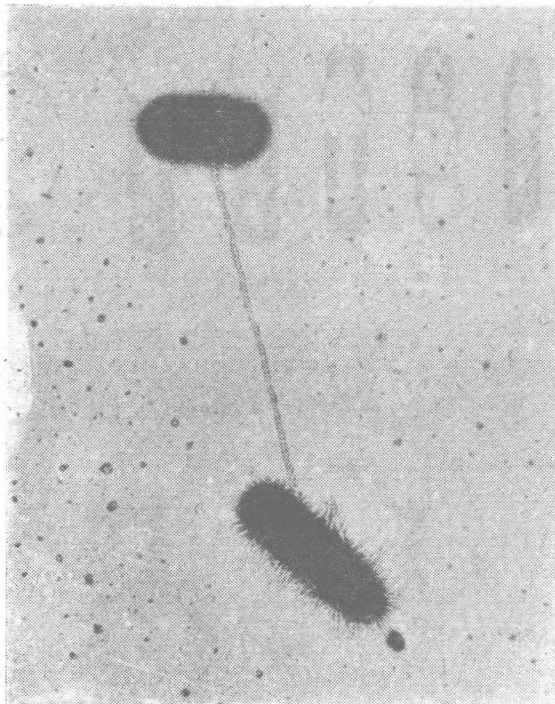


图 2-10 细菌的菌毛