



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
全国卫生职业院校规划教材

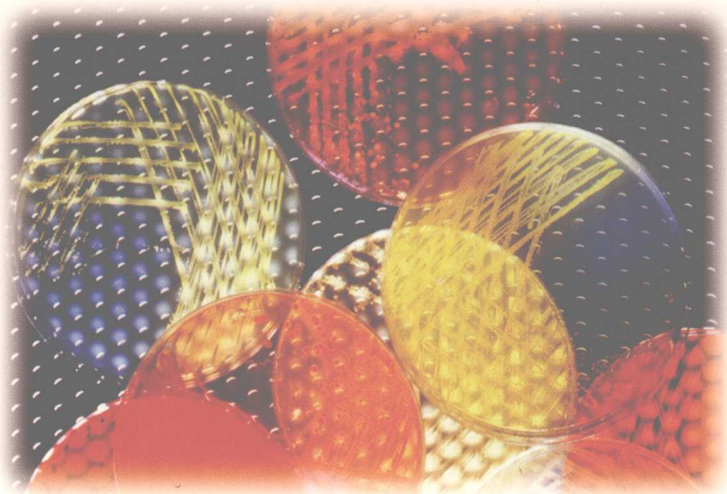
供高职（五年制）护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、
卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、
眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用



医学微生物学

（第二版）

刘宗生 肖守仁 主编



 科学出版社
www.sciencep.com

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
全国卫生职业院校规划教材

供高职(五年制)护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、
康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、
中西医结合、影像技术等专业使用

医学微生物学

(第二版)

主 编 刘宗生 肖守仁

副主编 宋庆华 唐和生 常冰梅

编 者 (按姓氏汉语拼音排序)

常冰梅 山西医科大学晋中学院

李裕福 井冈山大学医学院

刘宗生 井冈山大学医学院

米 伟 信阳职业技术学院

宋庆华 聊城职业技术学院

唐和生 井冈山大学医学院

肖守仁 潍坊卫生学校

科学出版社

北京

内 容 简 介

本教材是教育部职业教育与成人教育司推荐教材和全国卫生职业院校规划教材之一。第一版自2003年出版以来,对培养高职高专院校护理等相关医学专业人才起到了积极的作用。此次再版在保持第一版优点的基础上,进行了充实和修改,使教材内容更加符合就业岗位需求、学校的教育教学发展,注重与护士执业资格考试、各种执业准入考试、岗位证书考试的接轨,也使教材更加体现实用、创新、领先的特色。

全书共6章,包括微生物学概述、细菌概述、常见病原菌、病毒概述、常见病毒及其他微生物等内容。章前确立学习目标;在相关的正文中插入“链接”和“案例”,融知识性、趣味性、实用性于一体;章后有小结及目标检测题(选择题配有参考答案);书后附实验指导和教学基本要求。此外,本书还配套课件。全书内容易学易懂,构思新颖,图文并茂,方便教学。

本教材适用于初中毕业起点五年制高职护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

医学微生物学/刘宗生,肖守仁主编. —2版. —北京:科学出版社,2008
教育部职业教育与成人教育司推荐教材·全国卫生职业院校规划教材
ISBN 978-7-03-020852-1

I. 医… II. ①刘…②肖… III. 医药学:微生物学-高等学校:技术学校-教材 IV. R37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003320 号

责任编辑:邱 波 李 婷 李 君 / 责任校对:陈丽珠

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:850×1168 1/16

2008年1月第 二 版 印张:10 插页:1

2008年1月第七次印刷 字数:262 000

印数:28 001—33 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

技能型紧缺人才培养培训教材

全国卫生职业院校规划教材

五年制高职教材建设指导委员会委员名单

主任委员 刘 晨

委 员 (按姓氏汉语拼音排序)

曹海威	山西医科大学晋中学院	邱大石	潍坊卫生学校
陈锦治	无锡卫生高等职业技术学校	任传忠	信阳职业技术学院
程 伟	信阳职业技术学院	申惠鹏	遵义医药高等专科学校
池金凤	聊城职业技术学院	孙 菁	聊城职业技术学院
丁 玲	沧州医学高等专科学校	田桂莲	聊城职业技术学院
范志刚	临汾职业技术学院	田锁臣	聊城职业技术学院
方 勤	黄山卫生学校	王 懿	酒泉卫生学校
冯建疆	石河子卫生学校	王静颖	聊城职业技术学院
傅一明	玉林市卫生学校	王品琪	遵义医药高等专科学校
顾承麟	无锡卫生高等职业技术学校	王秀虎	邵阳医学高等专科学校
桂 勤	惠州卫生学校	文润玲	宁夏医学院高等职业技术学院
郭家林	遵义医药高等专科学校	吴世芬	广西医科大学护理学院
郭素侠	廊坊市卫生学校	肖守仁	潍坊卫生学校
何从军	陕西能源职业技术学院	谢 玲	遵义医药高等专科学校
姜妹娟	淄博科技职业学院	徐正田	潍坊卫生学校
李 峰	信阳职业技术学院	严鹏霄	无锡卫生高等职业技术学校
李 召	武威卫生学校	阳 晓	永州职业技术学院
李惠兰	贵阳护理职业学院	杨明武	安康职业技术学院
李胜利	沧州医学高等专科学校	杨如虹	大连大学医学院
李新春	开封市卫生学校	苑 迅	大连大学医学院
梁爱华	吕梁市卫生学校	张瑞兰	沧州医学高等专科学校
刘海波	潍坊卫生学校	张少云	廊坊市卫生学校
刘宗生	井冈山大学医学院	张新平	柳州市卫生学校
马小允	沧州医学高等专科学校	钟一萍	贵阳护理职业学院
马占林	大同市第二卫生学校	周进祝	上海职工医学院
孟章书	聊城职业技术学院	周梅芳	无锡卫生高等职业技术学校
潘传中	达州职业技术学院	周亚林	无锡卫生高等职业技术学校
齐贵胜	聊城职业技术学院	朱建宁	山西医科大学晋中学院
綦旭良	聊城职业技术学院		

第二版前言

全国卫生职业教学新模式改革取得了可喜的进展。本教材是教育部职业教育与成人教育司推荐教材之一,供五年制高职护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔工艺技术、影像技术等相关医学专业教学使用,也适用于其他年制、专业教学及在职医务工作者继续教育和知识更新。

本教材的宗旨是提供平台性模块的医学微生物学教学内容,在此基础上相关专业可以进一步学习专业性模块的内容。教材内容的设置分为三大模块:基础模块、实践模块和选学模块。基础模块是必学内容,实践模块明确了基本技能,实践模块中的部分内容和选学模块视实际情况选择使用并加注了“示教”或“△”符号以示区别。

本教材坚持“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”的基本原则,保证思想性、科学性、实用性、可读性和创新性,即体现社会对职业教育的需求和对专业人才能力的要求,体现与学生的心理取向和知识、方法、情感前提的有效连接,体现开放、发展的观念以及专业的思维和行为方式,培养创新意识。因此,突出表现两个方面:一是努力体现本套系列教改教材特色,正文部分坚持“宽、精、新”的知识面而保证模块在课程体系中的定位,非正文部分除了精心编写“学习目标”、“小结”等内容外,主要重视图表的绘制及“链接”、临床案例、练习题的选用和设置,使内容易学、易懂、适用、实用而有趣,帮助学生开阔视野、激活思维、提高兴趣、热爱专业、完善知识、拓宽能力,培养科学与人文精神相结合的专业素质;二是在教材内容处理上进行了大胆创新,全书分为微生物学概述、细菌概述、常见病原菌、病毒概述、常见病毒、其他微生物和医学微生物学实验七大部分,“细菌概述”和“病毒概述”包括基本性状、感染与免疫、微生物学检查与防治原则三部分,以与“个论”对应。

本教材编写是在全国卫生职业教学新模式研究课题组指导下,在第一版基础上进行了进一步创新,增加了大量案例、A型题、X型题,尽量与临床和执业考试接轨;同时得到了井冈山大学医学院、潍坊卫生学校、聊城职业技术学院、山西医科大学晋中学院、信阳职业技术学院的大力支持,井冈山大学医学院李裕福等老师对全书进行了校对并提出了许多宝贵意见,在此深表感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,本教材肯定还会有不少欠缺之处,恳请广大师生给予批评指正。

编 者

2007年8月

第一版前言

近些年来,一些高职、高专院校开展了模块化教学的课程模式改革与学分制,取得了可喜的研究性进展。本教材是教育部职业教育与成人教育司推荐教材之一,供高职5年制护理、英护、助产、检验、药剂、卫生保健、康复、口腔、影像技术、中医、中西医结合等相关医学专业教学使用,也适用于其他年制、专业教学以及在职医务工作者继续教育和知识更新。

本教材的宗旨是提供平台性模块的医学微生物学教学内容,在此基础上相关专业可以进一步学习专业性模块的内容。教材内容的设置分为三大模块:基础模块、实践模块和选学模块。基础模块是必学内容,实践模块明确了基本技能,实践模块中的部分内容和选学模块可视实际情况选择使用。

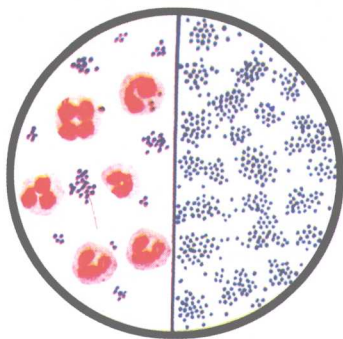
本教材坚持“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”的基本原则,保证思想性、科学性、实用性、可读性和创新性,即体现社会对职业教育的需求和对专业人才能力的要求,体现与学生的心理取向和知识、方法、情感前提的有效连接,体现开放、发展的观念以及专业思维和行为的方式,培养创新意识。因此,突出表现两个方面:一是努力体现本系列教改教材的特色,正文部分坚持“宽、精、新”的知识面而保证模块在课程体系中的定位,非正文部分除了“学习目标”、“小结”等内容的精心编制外,主要重视图、表、“链接”、“接口”以及临床病例练习题的选用、设计,使学生易学、易懂、适用、实用而有趣,帮助同学开阔视野、激活思维、提高兴趣、热爱专业、完善知识、拓宽能力,培养科学与人文精神相结合的专业素质。二是在教材内容处理上进行了大胆创新,全书分为微生物学概述、细菌概述、常见病原菌、病毒概述、常见病毒、其他微生物、消毒灭菌和实验八大部分,细菌概述和病毒概述部分包括基本性状、致病性与免疫性、检查方法与防治原则三部分以与各论对应,并且层次分明,如致病性分感染源与感染途径、致病物质、所致疾病三部分,首次将感染源与感染途径单列,使学生一目了然;消毒灭菌放到最后,既避免了以往将其放在前面时将其看做是细菌某一特性的误解和学习本门课程愈到后面愈觉得单调的感觉,又起到了突出、强调作用。

本教材的编写是在全国卫生职业教学新模式研究课题组指导下进行的,得到了山东省聊城职业技术学院、江西省井冈山医学高等专科学校、深圳卫生学校、山西晋中市卫生学校、北京护士学校的大力支持,北京护士学校刘晨老师的亲自指导;科学出版社范谦老师提供了资料,井冈山医学高等专科学校左永昌、乌幼鸾、刘景杰、习娅琦老师对全书进行了校对并提出了许多宝贵意见,在此深表感谢。

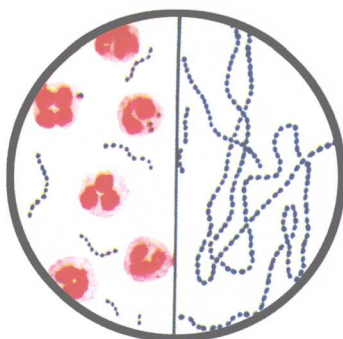
由于编者水平有限,编写时间仓促,本教材肯定会有不少欠缺之处,恳请广大师生给予批评指正。

编 者

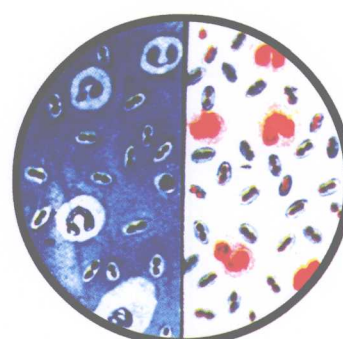
2003年6月



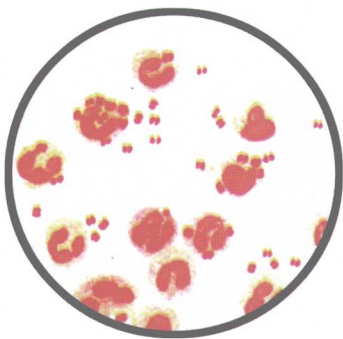
彩图 1 葡萄球菌



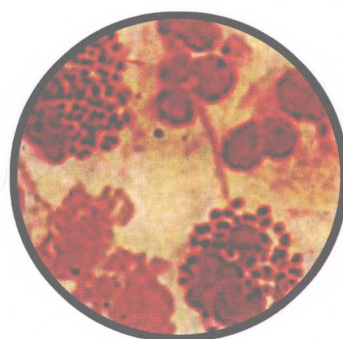
彩图 2 链球菌



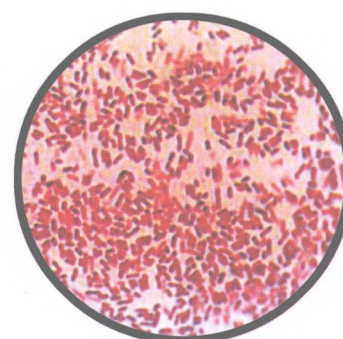
彩图 3 肺炎链球菌



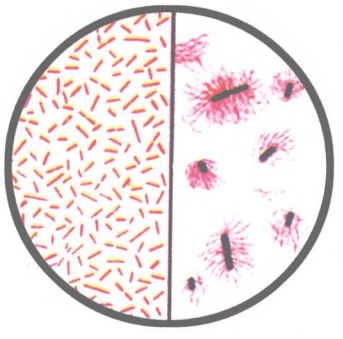
彩图 4 脑膜炎奈瑟菌



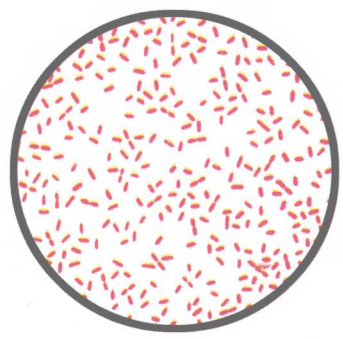
彩图 5 淋病奈瑟菌
(在多形核粒细胞中)



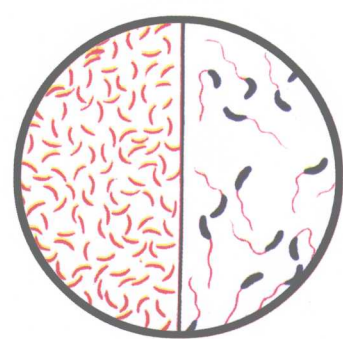
彩图 6 大肠埃希菌



彩图 7 伤寒沙门菌



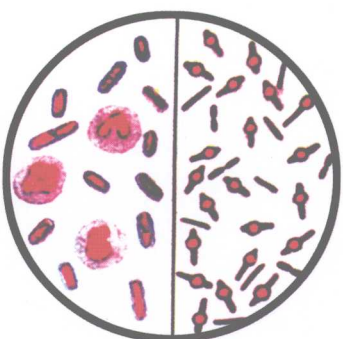
彩图 8 痢疾志贺菌



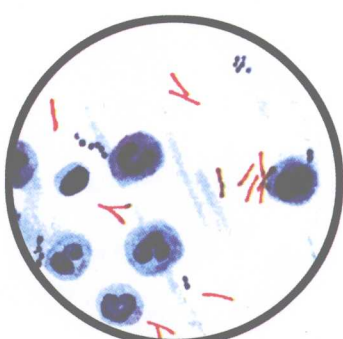
彩图 9 霍乱弧菌



彩图 10 破伤风梭菌

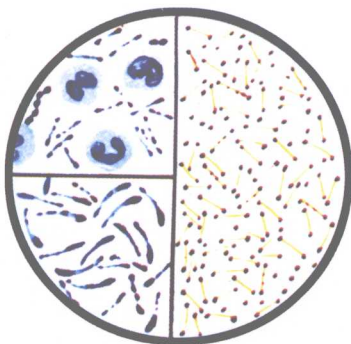


彩图 11 产气荚膜梭菌、肉毒梭菌

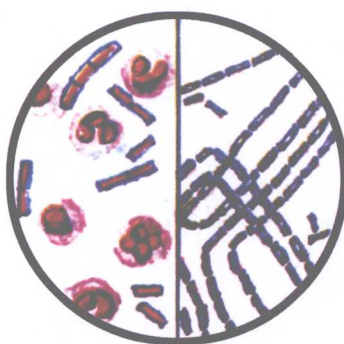


彩图 12 结核杆菌

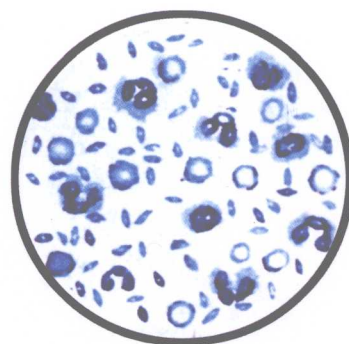
常见的病原微生物 (一)



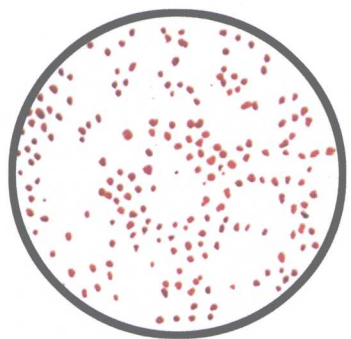
彩图 13 白喉棒状杆菌



彩图 14 炭疽杆菌



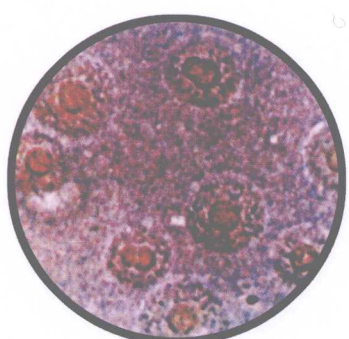
彩图 15 鼠疫耶尔森菌



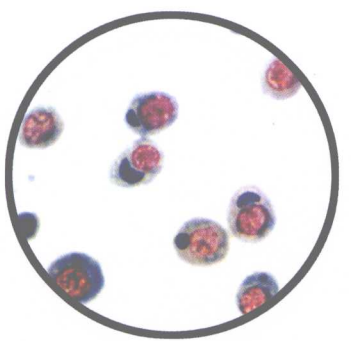
彩图 16 百日咳鲍特菌



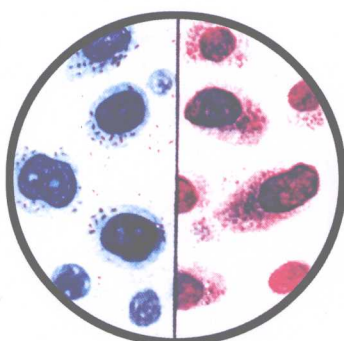
彩图 17 狂犬病毒包涵体



彩图 18 肺炎支原体菌落
(油煎鸡蛋样菌落)



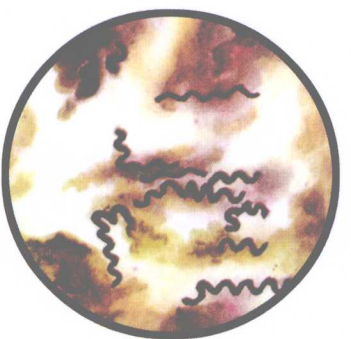
彩图 19 沙眼衣原体包涵体



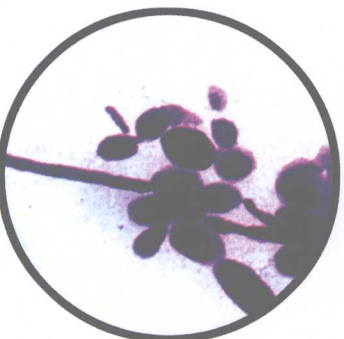
彩图 20 普氏立克次体、
恙虫病立克次体



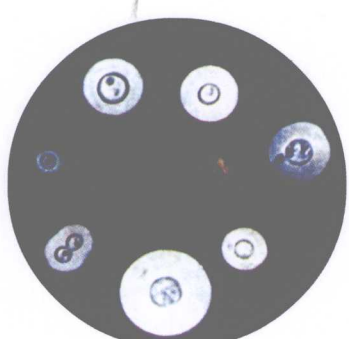
彩图 21 钩端螺旋体



彩图 22 梅毒螺旋体



彩图 23 白色念珠菌



彩图 24 新型隐球菌

常见的病原微生物 (二)

目 录

第1章 微生物学概述	1	第3节 肝炎病毒	85
第1节 微生物	1	第4节 黄病毒	92
第2节 医学微生物学	2	第5节 出血热病毒	94
第2章 细菌概述	4	第6节 疱疹病毒	96
第1节 细菌的基本性状	4	第7节 反转录病毒	98
第2节 细菌的感染与免疫	19	第8节 其他病毒	102
第3节 细菌感染的微生物学检查与防治原则	24	第6章 其他微生物	106
第3章 常见病原菌	27	第1节 支原体	106
第1节 化脓性球菌	27	第2节 衣原体	108
第2节 肠道杆菌	35	第3节 立克次体	111
第3节 弧菌属	42	第4节 螺旋体	114
第4节 厌氧性细菌	44	第5节 放线菌	119
第5节 分枝杆菌属	49	第6节 真菌	120
第6节 白喉棒状杆菌	53	医学微生物学实验	127
第7节 动物源性细菌	55	实验一 细菌的形态与结构观察	127
第8节 其他病原菌	57	实验二 细菌的培养与生化反应鉴定	130
第4章 病毒概述	62	实验三 消毒灭菌	134
第1节 病毒的基本性状	62	实验四 细菌的感染、检查与防治	136
第2节 病毒的感染与免疫	68	实验五 常见病原菌	139
第3节 病毒感染的微生物学检查与防治原则	71	实验六 病毒及其他微生物	141
第5章 常见病毒	75	主要参考文献	144
第1节 呼吸道病毒	75	医学微生物学教学基本要求	145
第2节 肠道病毒	82	目标检测选择题参考答案	149
		彩图	

第1章

微生物学概述



学习目标

1. 解释微生物、病原微生物、条件致病菌、医学微生物学的概念
2. 列出微生物的种类及主要特征
3. 说出微生物的作用、医学微生物学发展史中主要科学家及其成就

我们生活在一个微生物的世界里,空气中、桌子上、书籍里都有许多看不见的生物体存在,甚至在人身上也有数不清的微小生物。在这众多的微生物中,多数是人类生存的益友,它们可以为人类提供各种各样的食物、饮料,甚至在金属冶炼中也有它的功绩;但是,有少数微生物可造成人类疾病的流行、动植物死亡、食品腐败变质,直接或间接危及人类的安全。让我们走进微生物的神秘世界,去探究它

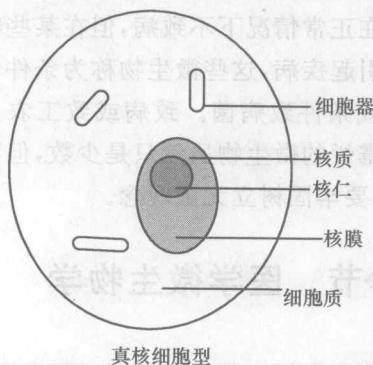
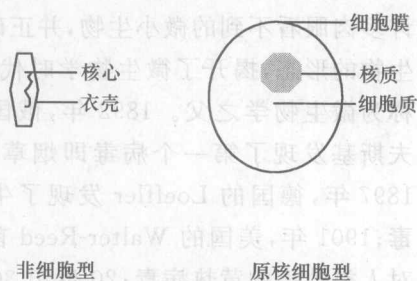


图 1-1 各型微生物形态示意图

1. 非细胞型微生物 体积最小,能通过细菌滤器;分化程度低,结构最简单,无典型的细胞结构,由单一核酸(DNA 或 RNA)核心和蛋白质外壳构成,缺乏酶系统,不能人工培养而只能在活细胞内生长繁殖,如病毒。

2. 原核细胞型微生物 此类微生物众多,包括细菌、衣原体、支原体、立克次体、螺旋体、放线菌。体积大小不一,L 型细菌、衣原体、支原体与病毒一样能通过细菌滤器,而细

们的奥秘。

第1节 微生物

(一) 概念

微生物(microorganism)是广泛存在于自然界中的一类肉眼不能直接看见而必须借助光学显微镜或电子显微镜放大数百倍、数千倍甚至数万倍才能观察到的微小生物。它们具有个体微小、结构简单、数量多、分布广、繁殖快、可遗传、易变异、与人类关系密切等特点。

(二) 分类

微生物种类繁多,依其分化程度、化学结构不同分为三型(图 1-1):

菌、立克次体、螺旋体、放线菌体积较大,不能通过细菌滤器。分化程度和结构介于病毒与真菌之间,仅有原始核质,无核膜、核仁,缺乏完整的细胞器,细菌、支原体、螺旋体、放线菌能人工培养,而衣原体、立克次体只能在活细胞内生长繁殖。

3. 真核细胞型微生物 体积最大,不能通过细菌滤器;分化程度高,有典型的细胞结构,细胞核有核膜、核仁和染色体,细胞器完





整,有内质网、线粒体、核糖体等,能人工培养,如真菌。

(三) 作用

微生物在自然界中的分布极其广泛,空气、土壤、水、物体表面、人和动物的体表以及与外界相通的腔道,均有种类不同、数量不等的微生物存在。绝大多数微生物对人类、动物和植物是有益无害的,有些甚至是必需的。自然界的物质循环要靠微生物的代谢活动来进行,没有微生物,植物就不能进行新陈代谢,人和动物也将无法生存。目前,人类已充分利用微生物,农业方面开辟了以菌造肥、以菌催长、以菌防病、以菌治病的农业增产新途径,工业方面以菌探矿、以菌开采、以菌冶炼、以菌制药,生活中以菌酿酒、以菌制醋、以菌防污等应用日趋广泛。人体身上的微生物亦有消化、营养、防病等作用,微生物与我们的日常生活、衣食住行、政治经济、未来发展有着极其密切的关系。因此,自然界中广泛存在的各种微生物并不可怕,不应把微生物同疾病、死亡和灾难联系在一起而产生恐惧心理。

当然,微生物中确有一小部分可引起人类与动植物疾病,这些微生物称为病原微生物。有些微生物在正常情况下不致病,但在某些特定条件下可引起疾病,这些微生物称为条件性病原微生物或条件致病菌。致病或致工农业产品腐蚀和霉烂的微生物虽然只是少数,但我们不能忽视,要牢固树立无菌观念。

第2节 医学微生物学

(一) 概念

微生物学(microbiology)是研究微生物在一定条件下的形态结构、生命活动和规律以及与人、动物、植物、自然界相互关系的一门学科,是生物学的一个重要分支。微生物学工作者应开发、利用有益的微生物,控制、消灭有害的微生物,使微生物学朝向人类需要的方向发展。

医学微生物学(medical microbiology)是微生物学的一个分支,主要阐述与医学有关的病原微生物及条件性病原微生物的生物学特

性、致病性、免疫性、微生物学检查和防治原则的一门学科。它是一门基础医学课程,主要包括细菌学、病毒学和真菌学三部分。学习医学微生物学的目的,在于认识病原微生物的致病性,掌握病原微生物性疾病的防治原则,为学习其他基础医学、临床医学、护理学、预防医学,尤其是为预防、控制和消灭传染病打下良好的基础。

(二) 发展史

微生物学的发展经历了经验时期、实验时期和现代微生物学时期,其中实验微生物学时期又历经了形态学时期、生理学时期、免疫学时期三个发展阶段。

古代人类虽未观察到微生物,但早已将微生物学知识用于工农业生产和疾病防治中。公元前两千多年的夏禹时代就有仪狄酿酒的记载,北魏(公元386~534年)贾思勰《齐民要术》一书中详细记载了制醋方法。自古以来,民间就有盐腌、糖渍、烟熏、风干保存食物和水煮沸后饮用、患者衣服蒸过再穿以抑制或消灭微生物。我国明代隆庆年间(1567~1572年)已广泛应用人痘预防天花。

1676年,荷兰人 Anthony Van Leeuwenhoek 自磨镜片创制了一架能放大266倍的原始显微镜,于镜下看到了污水、齿垢、粪便等中许多肉眼看不到的微小生物,并正确描述了微生物的形态,揭开了微生物学时代的序幕,被称为微生物学之父。1892年,俄国的伊凡诺夫斯基发现了第一个病毒即烟草花叶病毒;1897年,德国的 Loeffler 发现了牛口蹄疫病毒;1901年,美国的 Walter-Reed 首先分离出对人类致病的黄热病毒;20世纪30年代中国的黄桢祥发现并首创了病毒体外培养技术。20世纪40年代电子显微镜问世后,病毒的研究有了很大发展。1956年,中国的汤飞凡采用鸡胚卵黄囊接种法在世界上首次分离培养出沙眼衣原体,促进了对沙眼的研究。

1857年,法国的 Louis Pasteur 证实酿酒中的发酵与腐败均由微生物引起,并创用巴氏消毒法来处理酿酒过程中的污染,开创了微生物生理学时代。同期德国的 Robert Koch 创用固体培养基、细菌染色和实验动物感染,从患者排泄物中分离培养、鉴定出各种病原菌,



并提出了著名的科赫法则,此后相继分离出炭疽杆菌、结核杆菌、霍乱弧菌、白喉杆菌、伤寒沙门菌等传染性病原菌。因此,Louis Pasteur 和 Robert Koch 是医学微生物学的奠基人。

化学疗法的黄金时代

1820年法国的 Pelletier 和 Caventou 首先提取出了化学治疗药物——南非金鸡纳树皮中治疗疟疾药物奎宁。1910年德国的 Paul Ehrlich 首先合成了治疗梅毒的砷凡纳明(606),开创了传染性疾病的化学治疗时代。1909年德国的 Gerard Domagk 发现一种用于纺织品的染料加磺胺基团后有抗菌作用,并于1932年成功合成磺胺药(Protosil),1935年投入使用,他因德国政府某些莫明其妙的法律条文而未获诺贝尔奖,但用此药救活了按当时医疗条件几乎没有生存希望的患蜂窝织炎的唯一女儿。1929年英国的 Alexander Fleming 发现了青霉素,1940年英国的 Haward Florey 和德国的 Ernst Chain 提纯出了青霉素,标志着抗生素“黄金时代”的到来。之后,科学家们先后发现了链霉素、氯霉素、金霉素、土霉素、四环素、红霉素等,出现了寻找新的、更好的抗生素的“淘金热”。



1798年英国的 Jenner 开创了牛痘预防天花,1883年俄国的 Mitchnikoff 发现了白细胞吞噬作用并提出细胞免疫学说,1890年德国的 Behring 创用白喉抗毒素治疗白喉,1897年德国的 Ehrlich 提出了体液免疫学说,1903年英国的 Wright 发现了调理素而统一了两种免疫学说。

近年来,由于科学技术的发展,尤其是细胞生物学、分子生物学、遗传学、生物化学等学科的发展,以及电镜、色谱、免疫标记、分子生物学技术、电子计算机技术的进步,大大促进了医学微生物学的发展,微生物的研究进入了分子水平。1971年美国的 Diener 发现了RNA致病因子——类病毒,1982年美国的 Prusiner 分离出传染性蛋白质分子——朊粒,1975年德国的 Kohler 和英国的 Milstein 制备了单克隆抗体。20世纪80年代末的聚合酶链反应(PCR)技术等实验检测向着快速、准确、微量、高度灵敏的方向发展。多种减毒活疫苗、基因工程疫苗等人工自动免疫生物制品亦用于传染病预防。

但是,医学微生物学中细菌耐药性的顽

瘤、抗病毒药物的匮乏、“非典”病原体冠状病毒新变异株的出现等问题有待于我们进一步去研究解决。因此,必须加强学习、深入研究,为促进医学微生物学的发展、保障人类的健康做出应有的贡献。

微生物是自然界中微小生物的总称,必须借助光学显微镜或电子显微镜才能观察到。它分为三型八大类。绝大多数微生物对人类是有益的,甚至是必需的,但少数微生物可引起人类和动植物疾病,称为病原微生物。

医学微生物学的研究对象是病原微生物。医学微生物学的发展经历了经验时期、实验时期和现代微生物时期,许多科学家做出了不朽业绩。我国首创人痘预防天花,首先分离出沙眼衣原体,这是我国对医学的重大贡献。

小结



目标检测

一、名词解释

1. 微生物 2. 病原微生物 3. 条件致病菌

二、选择题

A型题

- 属于原核细胞型微生物的特征是
 - 有细胞壁但不含肽聚糖
 - 仅含一种核酸
 - 无核膜
 - 具有自身酶系统
- 不能通过滤菌器的病原体是
 - 支原体
 - 衣原体
 - 立克次体
 - 噬菌体
- 能人工培养的微生物是
 - 支原体
 - 衣原体
 - 病毒
 - 立克次体

X型题

- 属于原核生物的是
 - 支原体
 - 衣原体
 - 病毒
 - 细菌
 - 螺旋体

三、简答题

- 试述微生物的种类及特点。
- 简述微生物与人类的关系。

四、思考题

生活中有哪些现象与微生物有关?

(刘宗生)



第2章

细菌概述

细菌(bacterium)是一类具有细胞壁和核质的单细胞原核细胞型微生物,在八大类微生物中最常见。生活中,人们常常把细菌当作令人厌恶的东西来看待,新闻界的宣传也总是把细菌同疾病、死亡和灾难联系在一起,商业广告、亲朋好友也常会向你推荐一种好的抗生素、消毒剂或防腐剂,以杀灭或终止细菌的生长。其实,细菌与我们人类休戚相关,大多数对人类有益无害甚至是必需的,只有极少数对人类不利。让我们走进细菌的“王国”,去看看细菌的“真面目”吧!

第1节 细菌的基本性状



学习目标

1. 列出细菌的测量单位、基本形态和基本结构;说出革兰阳性菌与革兰阴性菌细菌壁的区别及意义;简述质粒的特征、核糖体的结构与功能;说出细菌特殊结构的意义
2. 叙述细菌生长繁殖的条件、方式和速度;分析细菌代谢产物的意义;描述细菌在培养基中的生长现象

3. 简述影响细菌的外界因素;解释消毒、灭菌、防腐、无菌操作、清洁概念;列出常用物理消毒灭菌法的条件及适用范围;说出常用消毒剂的作用原理及适用范围;简述影响消毒灭菌效果的因素

4. 简述细菌的变异现象及在医学上的意义

一、形态与结构

(一) 大小

细菌体形微小,需在光学显微镜下才能看到。通常以微米(μm)为测量单位。多数球菌直径约 $1\mu\text{m}$,中等大小杆菌长约 $2\sim 3\mu\text{m}$ 、宽约 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 。

(二) 形态

细菌的基本形态有球形、杆形和螺旋形三种,分别称为球菌、杆菌和螺形菌(图 2-1)。

1. 球菌(coccus) 呈球形或近似球形(如肾形、豆形、矛头形等)。根据分裂平面和分裂后的排列方式不同分为双球菌、链球菌、四联球菌、八叠球菌、葡萄球菌等。



图 2-1 细菌基本形态示意图

2. 杆菌(bacillus) 呈杆状或近似杆状,也有的菌体细长弯曲。多数为分散存在,少数呈链状、栅栏状或分枝状排列,主要有小杆菌、球杆菌、链杆菌、棒状杆菌、分枝杆菌、芽孢杆

菌和螺杆菌等。

3. 螺形菌(spirillar bacterium) 呈弧形或螺形。菌体只有一个弯曲称弧菌(vibro);菌体有数个弯曲称螺菌(spirillum)。



(三) 化学组成

细菌的化学组成与其他生物细胞相似,包括水、无机盐、蛋白质、糖类、脂类和核酸等,尚含有肽聚糖、磷壁酸、二氨基庚二酸、吡啶二羧酸等原核细胞所特有的成分。核酸相对稳定,DNA 碱基配对中的鸟嘌呤(G)和胞嘧啶(C)在四种碱基总量中所占的百分比变化不大,故

可利用 G+C 组分 mol% 测定作为细菌分类的主要依据之一。

(四) 结构

细菌的结构分为细菌生存不可缺少的或所有细菌都具有的基本结构和某些细菌在一定条件下所形成的特殊结构(图 2-2)。

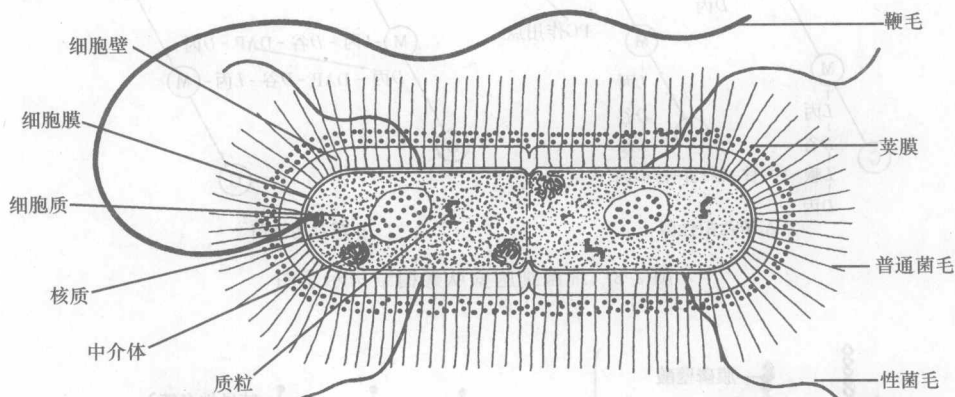


图 2-2 细菌结构示意图

1. 基本结构 从外向内依次为细胞壁、细胞膜、细胞质和核质。

(1) 细胞壁(cell wall):位于细菌最外层,包绕在细胞膜的周围,是一层坚韧而富有弹性的膜状结构。

细菌的物理性状

表面积大:有利于同外界进行物质交换,故细菌代谢旺盛、繁殖迅速。

半透性:允许水和小分子物质通过,外界物质选择性通过。

带电现象:细菌固体成分的 50%~80% 是蛋白质,含兼性离子氨基酸而有带电现象。革兰阳性菌的等电点为 pI 2~3,革兰阴性菌的等电点为 pI 4~5,故在近中性或弱碱性溶液中,细菌均带负电荷,但革兰阳性菌所带负电荷比革兰阴性菌多,这与细菌的染色性、凝集反应等有密切关系。

高渗透压:细菌体内因含高浓度的营养物质和无机盐而呈现较高的渗透压。革兰阳性菌体内的渗透压高达 20~25atm (1atm = 101.325kPa),革兰阴性菌为 5~6atm。因此,培养 L 型细菌需提高培养基的渗透压。

链接

糖(peptidoglycan),又称黏肽(mucopeptide)、糖肽(glycopeptide)或胞壁质(murein),为原核生物细胞所特有,但不同种类其含量有显著差异。革兰阳性菌的肽聚糖含量多,可达 50 层,占细胞壁干重的 50%~80%,由 N-乙酰葡萄糖胺(G)和 N-乙酰胞壁酸(M)重复间隔排列,借 β -1,4 糖苷键连接成聚糖骨架,在 N-乙酰胞壁酸分子上连接四肽侧链,甘氨酸五肽桥与四肽侧链桥联,构成坚固致密的三维空间网状结构(图 2-3A)。革兰阴性菌的聚糖含量少,仅 1~2 层,占细胞壁干重 5%~20%,聚糖骨架与革兰阳性菌相同,但没有五肽桥,四肽侧链上第三位氨基酸不是赖氨酸而是二氨基庚二酸(DAP),相邻的四肽侧链直接相连,形成较疏松的二维平面结构(图 2-3B)。

革兰阳性菌的特殊成分磷壁酸是重要的抗原物质,并有黏附作用而与致病有关。此外,某些革兰阳性菌细胞壁表面还有一些特殊的蛋白,如金黄色葡萄球菌的 A 蛋白、A 群链球菌的 M 蛋白。革兰阴性菌的特殊成分是外膜,位于肽聚糖外层,由内向外依次为脂蛋白、脂质双层和脂多糖(LPS)。LPS 即革兰阴性菌的内毒素,位于

1) 化学组成和结构:主要成分是肽聚



外膜的最外侧,由内向外包括脂质 A、核心多糖、特异性多糖三部分,脂质 A 是 LPS 的毒性部分,核心多糖是革兰阴性菌的属特

异性抗原,特异性多糖是革兰阴性菌的种特异性菌体(O)抗原(图 2-4)。

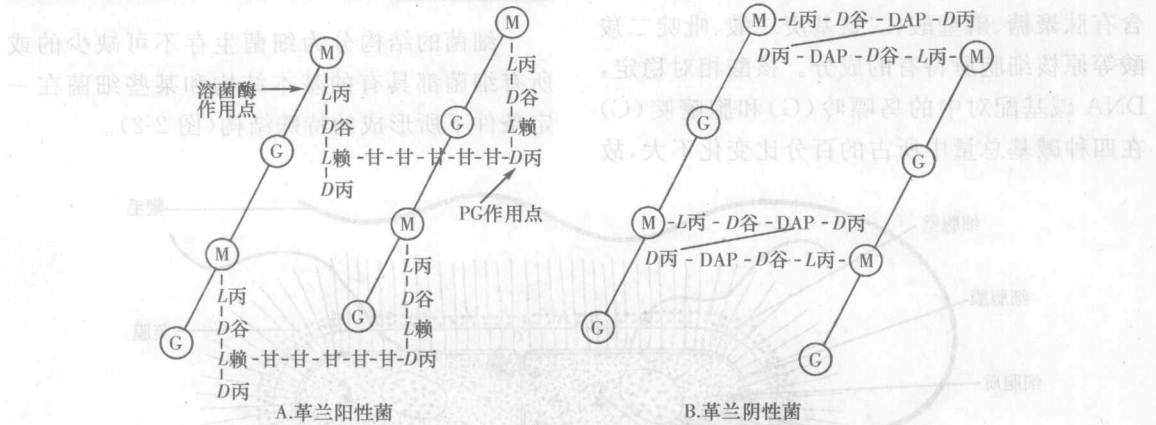


图 2-3 细菌细胞壁肽聚糖结构示意图

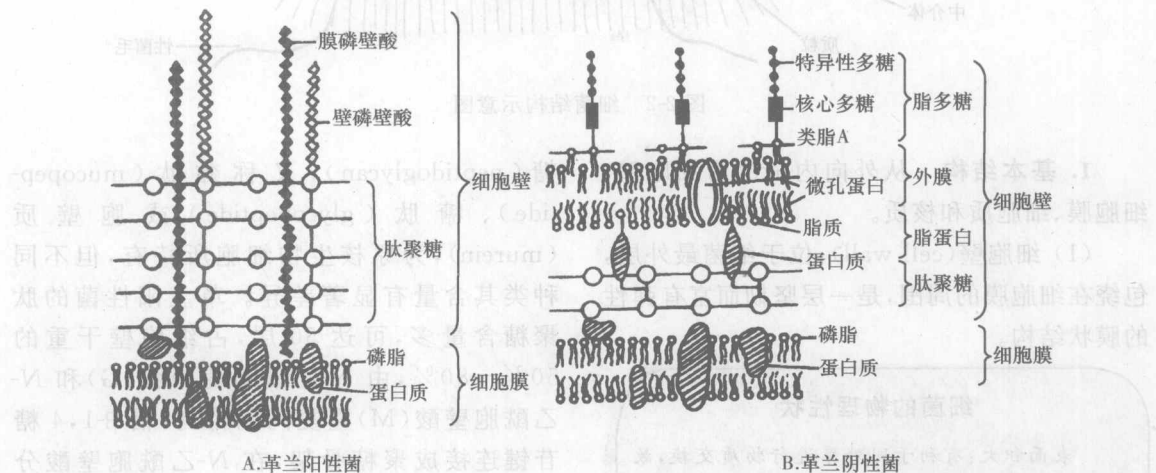


图 2-4 细菌细胞壁结构示意图

溶菌酶破坏革兰阳性菌聚糖骨架的 β -1,4糖苷键,使细菌裂解;青霉素干扰五肽桥与四肽侧链上的D-丙氨酸之间的连接,使细胞壁不能合成致细菌死亡。革兰阳性菌一般对青霉素和溶菌酶敏感;革兰阴性菌含肽聚糖少,又有外膜保护,故对青霉素和溶菌酶不敏感。可见,革兰阳性菌与革兰阴性菌的细胞壁化学组成和结构不同(表 2-1),导致这两类细菌的染色性、抗原性、致病性和对药物的敏感性等不同。

面蛋白、革兰阴性菌的 LPS 等与细菌的致病性有关。

表 2-1 革兰阳性菌与革兰阴性菌细胞壁化学组成和结构的比较

鉴别点	革兰阳性菌	革兰阴性菌
厚度或含量	较厚,可达 50 层,占细胞壁干重 50%~80%	较薄,仅 1~2 层,占细胞壁干重 5%~20%
结构	由聚糖骨架、四肽侧链、五肽桥构成坚固致密的三维空间结构	由聚糖骨架、四肽侧链构成疏松的二维平面结构
磷壁酸	有	无
外膜(3 层)	无	有

(2) 功能:维持细菌的固有外形;保护细菌抵抗低渗、抗菌物质等的破坏作用;参与细胞内外的物质交换;带有多种抗原决定簇,具有免疫原作用,同时也决定了抗原特异性而用于细菌的鉴别;革兰阳性菌的表

(2) 细胞膜(cell membrane):位于细胞壁



内侧包绕细胞质的一层柔软、富有弹性具有半渗透性的生物膜。其化学组成、结构和功能与其他生物细胞膜基本相同,为脂质双层,其间镶嵌着有多种特殊功能的载体蛋白和酶蛋白,主要起物质转运、生物合成、分泌和呼吸等作用。有些细菌细胞膜向内凹陷、折叠形成中介体,从而扩大了细胞膜的表面积,增加了细胞膜的功能。许多化学药物如苯扎溴铵(新洁尔灭)、酚类、表面活性剂等可破坏细菌细胞膜上的蛋白质而起到消毒作用。

(3) 细胞质(cytoplasm):由细胞膜所包绕的无色透明胶状物,化学组成主要是水、蛋白质、脂类、核酸及少量的糖和无机盐,内含多种酶系统和核糖体、质粒等亚显微结构,是细菌新陈代谢的重要场所。

1) 核糖体(ribosome):又称核蛋白体,是细菌仅有的细胞器,数量达数十万个,其化学成分为 RNA 和蛋白质,是合成蛋白质的场所。细菌核糖体的沉降系数为 70S,由 30S 和 50S 两个亚基组成;真核细胞核糖体的沉降系数为 80S,由 40S 和 60S 两个亚基组成。有些抗生素如链霉素、红霉素分别与 30S 和 50S 亚基结合,干扰蛋白质合成导致细菌死亡,而对人体细胞无影响。

2) 质粒(plasmid):染色体外的遗传物质,为闭合环状的双股 DNA,携带少量遗传信息,控制细菌某些特定的遗传性状。质粒具有自我复制、传给子代、自然丢失、菌间传递、多种质粒共存等特点,它不是细菌生长所必需的结构,但是研究细菌遗传变异的重要工具。医学上重要的质粒有 R 质粒、F 质粒和 Col 质粒,分别决定细菌的耐药性、性菌毛和大肠菌素等。

3) 胞质颗粒(cytoplasmic granule):大多为营养储存物,包括多糖、脂类、多磷酸盐等,可随菌种、菌龄及环境而不同,并非细菌生命所必需或恒定的结构。用特殊染色可将其染成与细菌其他部位不同的颜色,故称异染颗粒,如白喉杆菌异染颗粒的形态和位置有助于鉴别细菌。

(4) 核质(nuclear material):由一条细长的闭合双股 DNA 反复盘绕卷曲而成的松散状结构,无核膜、核仁,故称核质或拟核,为细菌的遗传物质,控制细菌的遗传性状,是细菌

遗传变异的物质基础。紫外线可损伤细菌的 DNA 而达到消毒灭菌作用。

2. 特殊结构

(1) 荚膜(capsule):某些细菌在动物体内和营养丰富的培养基中合成分泌到细胞壁外的一层黏液性物质。其化学成分为多糖、多肽、透明质酸等,普通染色不着色而在光学显微镜下仅见菌体周围一层透明圈(图 2-5),特殊染色可将荚膜染成与菌体不同的颜色。荚膜本身无毒性,但具有抗吞噬细胞的吞噬作用,保护细菌免受或抑制体内杀菌物质的杀伤作用,使细菌易在体内大量繁殖致病,增加细菌的侵袭力;荚膜具有特异性抗原,可用来鉴别细菌。

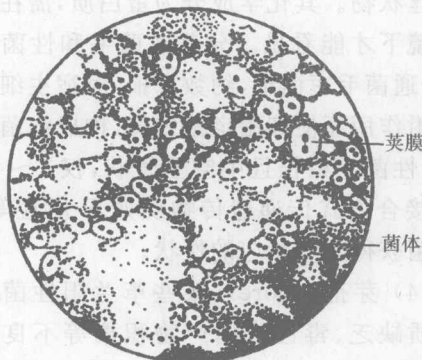


图 2-5 细菌的荚膜

(2) 鞭毛(flagellum):某些细菌表面附着的细长呈波状弯曲的丝状物。其化学成分主要为蛋白质,特殊染色后在光学显微镜下可见(图 2-6)。按鞭毛数目和排列方式分为单毛菌、双毛菌、丛毛菌和周毛菌四种(图 2-7)。鞭毛是细菌的运动器官,并有很强的抗原性(称 H 抗原),可用来鉴别细菌;某些细菌鞭毛与致病性有关。

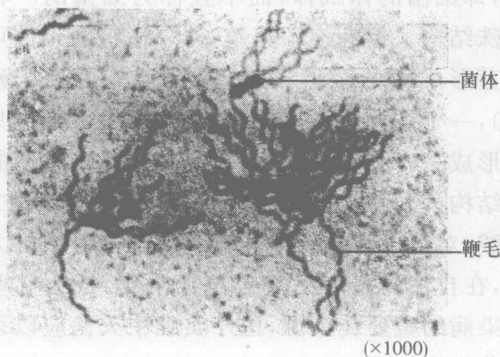


图 2-6 细菌的鞭毛



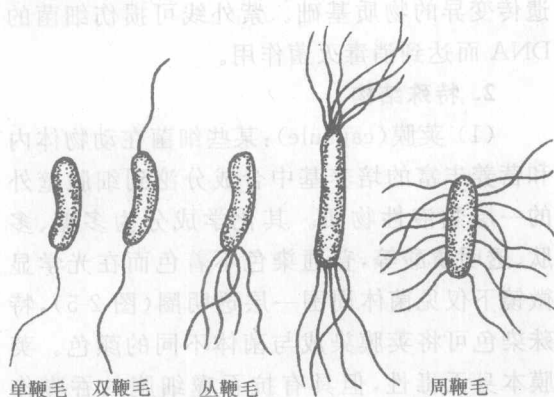


图 2-7 细菌的鞭毛类型示意图

(3) 菌毛(pilus):许多革兰阴性菌、少数革兰阳性菌菌体表面附着的比鞭毛更细、短而直的丝状物。其化学成分为蛋白质,需在电子显微镜下才能看见。分普通菌毛和性菌毛两种,普通菌毛短而细,约数百根,对宿主细胞具有黏附作用而使细菌定植致病,构成细菌的侵袭力;性菌毛粗长且中空呈管状,仅1~4根,通过接合方式传递遗传物质如R质粒等,使受体菌获得某些相应的性状。

(4) 芽孢(spore):某些革兰阳性菌在营养物质缺乏、毒性代谢产物积聚等不良环境下,细胞质脱水浓缩形成的多层膜包裹、通透性低的、折光性强的圆形或椭圆形小体。其化学成分与菌体相似,普通染色不着色而在光学显微镜下只见菌体内有一无色透明的小体,其大小、形态和位置随菌种不同而有差异,可以帮助鉴别细菌(图2-8)。芽孢形成后菌体即失去活性,芽孢可暂留于菌体或脱落游离。芽孢带有细菌完整的核质、酶系统和合成菌体成分的亚显微结构,能保持细菌的全部生命活性,因此,芽孢是细菌抵抗恶劣环境的特殊存活方式,即细菌的休眠体,而不宜称为细菌的一种特殊结构。但芽孢不繁殖,若遇适宜的条件可发芽形成新的菌体(菌体具繁殖能力称繁殖体),一个细菌只形成一个芽孢,一个芽孢也只能形成一个繁殖体。芽孢具多层厚而致密的膜结构(图2-9)、水量少、含大量耐热的吡啶二羧酸,对热、干燥、辐射和化学消毒剂等抵抗力强,在自然界可存活数年至数十年,成为某些传染病的重要传染源,医疗实践中灭菌应以杀死芽孢为标准。



图 2-8 细菌的芽孢形态与位置示意图

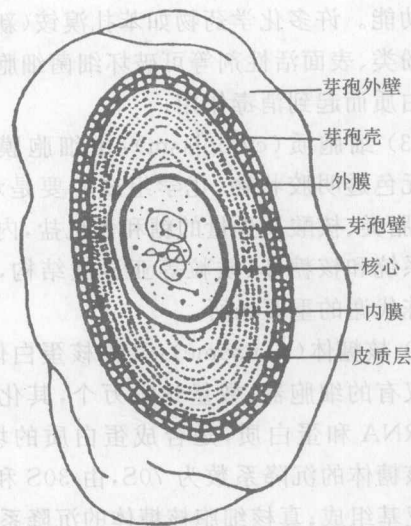


图 2-9 细菌的芽孢结构示意图

细菌的特殊存在方式

细菌在不利条件下形成的特殊存在方式,包括芽孢、L型细菌、细菌活的非可培养状态。

芽孢是某些革兰阳性菌在不良环境下,胞质脱水浓缩形成的多层膜包裹、通透性低的、折光性强的圆形或椭圆形小体,是细菌的休眠体,能抵抗恶劣环境而在自然界长期存在,增加了灭菌难度,从而成为重要传染源。

L型细菌是在青霉素、溶菌酶等因素影响下,细胞壁合成受阻形成的细胞壁缺陷型细菌,其对青霉素不敏感,所致疾病易转为慢性,检查L型细菌可提高疾病诊断率。

细菌活的非可培养状态是某些革兰阴性菌在不良环境下,整个细胞缩小形成的用常规培养不能培养但仍然是活的小球形,亦是细菌的休眠体,可帮助解释某些疾病的流行规律和菌种在冰箱中“死亡”等现象。

接 链

二、生 理

细菌虽是单细胞原核细胞型微生物,但具

