

全国高等医学院校配套教材

基础医学复习纲要与强化训练

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、
护理、中西医结合等专业用

医学微生物学

张炳华 主编



科学出版社
www.sciencep.com

全国高等医学院校配套教材

基础医学复习纲要与强化训练

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、中西医结合等专业用

医学微生物学

主 编 张炳华

编 者 (以姓氏笔画为序)

马秀敏 马海梅 王红英 张 韬

张炳华 陈 锋 德里夏提·依米提

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书与全国高等医学院校教材配套,是基础医学复习纲要与强化训练教材。全书包括医学微生物学的各章内容纲要以及训练,有助于学生巩固相应的知识及应试。

本书适用于高等医学院校各专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

医学微生物学/张炳华主编. —北京:科学出版社,2006
全国高等医学院校配套教材
基础医学复习纲要与强化训练
ISBN 7-03-017933-1

I. 医… II. 张… III. 医药学:微生物学—医学院校—教学参考资料
IV. R37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 100824 号

责任编辑:胡治国 夏 宇 李国红 / 责任校对:郑金红
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>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年8月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—4 000 字数:389 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

前 言

根据新版的《医学微生物学》本科教学大纲和全国执业医师资格考试纲要的要求,为便于学生全面而有重点地掌握本课程各章节内容,我们特编写了本书。教材中的细菌的耐药性与控制策略为自学内容,本书未述及。

本书基本内容以新版的五年制本科教学大纲要求掌握和熟悉的内容为主,可供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、中西医结合等专业七年制本硕班及本、专科学生学习《医学微生物学》时配套使用,也可作为教师的授课提纲。

本书各节标题及重要名词均附有英文,方便学生学习专业英语。

本书每章后附有练习题,题型及内容紧扣教学大纲和全国执业医师资格考试知识点的基本要求,可方便学生复习巩固所学知识,胸有成竹地应考并获得理想的成绩。

本书最后附有各章强化训练的参考答案和两套模拟试卷及答案,供学生复习时自测。

本书初稿经新疆医科大学教学督导委员会王士平教授审阅,书中许多谬误得以改正并定稿付梓出版,在此向王士平教授致以衷心的感谢。

编 者

2006年4月

目 录

第一章 微生物学绪论	(1)
第一节 微生物和病原微生物(microorganism and pathogenic microorganism)	(1)
第二节 医学微生物学(medical microbiology)	(2)
第三节 强化训练	(2)
第一篇 微生物学的基本原理	
第二章 微生物的生物学性状	(5)
第一节 细菌(bacteria)	(5)
第二节 病毒(virus)	(14)
第三节 真菌(fungus)	(19)
第四节 强化训练	(20)
第三章 感染	(25)
第一节 细菌性感染(bacterial infection)	(25)
第二节 病毒性感染(viral infection)	(32)
第三节 真菌性感染(fungal infection)	(35)
第四节 强化训练	(36)
第四章 抗感染免疫	(40)
第一节 抗感染免疫机制(mechanism of anti-infections immunity)	(40)
第二节 抗细菌免疫(anti-bacterial immunity)	(42)
第三节 抗病毒免疫(anti-viruses immunity)	(44)
第四节 抗真菌免疫(anti-fungal immunity)	(47)
第五节 强化训练	(47)
第五章 遗传与变异	(51)
第一节 遗传与变异原理(fundamentals of heredity and variation)	(51)
第二节 细菌的遗传与变异(bacterial heredity and variation)	(53)
第三节 微生物遗传变异的实际应用(the medical importance of heredity and variation of microorganisms)	(59)
第四节 强化训练	(60)
第六章 医学微生态学与医院内感染	(63)
第一节 概述(introduction)	(63)
第二节 正常菌群(normal flora)	(63)
第三节 微生态平衡与失调(microeubiosis and dysbiosis)	(65)
第四节 机会性感染(opportunistic infection)	(66)
第五节 医院内感染(nosocomial infection)	(67)

第六节 强化训练	(69)
第七章 消毒与灭菌	(71)
第一节 重要的名词概念(important definitions)	(71)
第二节 物理消毒灭菌法(physical agents for disinfection and sterilization)	(71)
第三节 化学消毒灭菌法(chemical agents for disinfection and sterilization)	(73)
第四节 影响消毒灭菌效果的因素	(73)
第五节 强化训练	(74)
第八章 病原学诊断与特异性防治	(76)
第一节 细菌学诊断(bacteriological diagnosis)	(76)
第二节 病毒学诊断(virological diagnosis)	(78)
第三节 真菌学诊断(mycology diagnosis)	(80)
第四节 特异性预防与治疗	(81)
第五节 强化训练	(82)

第二篇 细菌学

第九章 化脓性细菌	(85)
第一节 葡萄球菌属(<i>Staphylococcus</i>)	(85)
第二节 链球菌属(<i>Streptococcus</i>)	(88)
第三节 奈瑟菌属(<i>Neisseria</i>)	(91)
第四节 假单胞菌属(<i>Pseudomonas</i>)	(92)
第五节 强化训练	(93)
第十章 肠道感染细菌	(97)
第一节 大肠埃希菌(<i>Escherichia coli</i>)	(97)
第二节 志贺菌属(<i>Shigella</i>)	(99)
第三节 沙门菌属(<i>Salmonella</i>)	(101)
第四节 霍乱弧菌(<i>Vibrio cholerae</i>)	(103)
第五节 副溶血性弧菌(<i>V. parahemolyticus</i>)	(105)
第六节 幽门螺杆菌(<i>Helicobacter pylori</i> , Hp)	(105)
第七节 空肠弯曲菌(<i>Campylobacter jejuni</i>)	(106)
第八节 强化训练	(106)
第十一章 厌氧性细菌	(111)
第一节 厌氧芽孢梭菌(<i>Clostridium</i>)	(111)
第二节 无芽孢厌氧菌(non-spore forming anaerobic bacteria)	(114)
第三节 强化训练	(115)
第十二章 呼吸道感染细菌	(118)
第一节 结核分枝杆菌(<i>M. tuberculosis</i>)	(118)
第二节 白喉棒状杆菌(<i>C. diphtheriae</i>)	(121)
第三节 嗜肺军团菌(<i>Legionella pneumophila</i>)	(123)
第四节 百日咳鲍特菌(<i>Bordetella pertussis</i>)	(124)
第五节 其他呼吸道感染病原菌	(125)
第六节 强化训练	(126)

第十三章	动物源性细菌	(128)
第一节	布鲁菌属 (<i>Brucella</i>)	(128)
第二节	炭疽芽孢杆菌 (<i>B. anthracis</i>)	(129)
第三节	鼠疫耶氏菌 (<i>Yersinia pestis</i>)	(131)
第四节	强化训练	(132)
第十四章	放线菌与诺卡菌	(134)
第一节	放线菌属 (<i>Actinomyces</i>)	(134)
第二节	诺卡菌属 (<i>Nocardia</i>)	(135)
第三节	强化训练	(135)
第十五章	螺旋体	(137)
第一节	概述 (introduction)	(137)
第二节	梅毒螺旋体 (<i>Treponema pallidum</i>)	(138)
第三节	强化训练	(139)
第十六章	支原体和脲原体	(141)
第一节	支原体概述	(141)
第二节	支原体与细菌 L 型的区别	(141)
第三节	主要病原性支原体的鉴别要点及所致疾病	(142)
第四节	强化训练	(143)
第十七章	立克次体	(145)
第一节	共同特点	(145)
第二节	主要的致病性立克次体	(145)
第三节	强化训练	(146)
第十八章	衣原体	(148)
第一节	衣原体	(148)
第二节	强化训练	(149)
第三篇 病 毒 学		
第十九章	呼吸道感染病毒	(152)
第一节	流感病毒 (influenza virus)	(152)
第二节	冠状病毒 (coronavirus) 和 SARS 冠状病毒	(154)
第三节	副黏病毒 (paramyxovirus)	(155)
第四节	腺病毒 (adenovirus)	(157)
第五节	风疹病毒 (rubella virus)	(158)
第六节	强化训练	(158)
第二十章	肠道感染病毒	(162)
第一节	脊髓灰质炎病毒 (poliovirus)	(162)
第二节	轮状病毒 (rotavirus)	(163)
第三节	其他肠道病毒	(164)
第四节	强化训练	(165)
第二十一章	肝炎病毒	(168)
第一节	甲型肝炎病毒 (hepatitis A virus, HAV)	(168)

第二节 乙型肝炎病毒 (hepatitis B virus, HBV)	(169)
第三节 丙型肝炎病毒 (hepatitis C virus, HCV)	(173)
第四节 丁型肝炎病毒 (hepatitis D virus, HDV)	(174)
第五节 戊型肝炎病毒 (hepatitis E virus, HEV)	(174)
第六节 强化训练	(175)
第二十二章 虫媒病毒和出血热病毒	(179)
第一节 虫媒病毒 (arthropod-borne virus)	(179)
第二节 出血热病毒 (hemorrhagic fever virus)	(180)
第三节 强化训练	(182)
第二十三章 人类疱疹病毒	(184)
第一节 单纯疱疹病毒 (herpes simplex virus, HSV)	(184)
第二节 水痘-带状疱疹病毒 (Varicella-Zoster virus, VZV)	(186)
第三节 人巨细胞病毒 (human cytomegalo virus, HCMV)	(186)
第四节 EB 病毒 (Epstein-Barr virus, EBV)	(187)
第五节 强化训练	(188)
第二十四章 反转录病毒	(191)
第一节 人类免疫缺陷病毒 (human immunodeficiency virus, HIV)	(191)
第二节 人类嗜 T 细胞病毒 (human T lymphotropic virus, HTLV)	(194)
第三节 强化训练	(194)
第二十五章 其他病毒	(197)
第一节 狂犬病病毒 (rabies virus)	(197)
第二节 人乳头瘤病毒 (human papillomavirus, HPV)	(198)
第三节 强化训练	(198)
第二十六章 朊粒	(200)
第一节 朊粒 (prion)	(200)
第二节 强化训练	(201)
第四篇 真菌学	
第二十七章 皮肤与皮下组织感染真菌	(203)
第一节 皮肤感染真菌 (cutaneous mycoses)	(203)
第二节 皮下组织感染真菌 (subcutaneous mycoses)	(204)
第三节 强化训练	(204)
第二十八章 深部感染真菌	(206)
第一节 白假丝酵母菌 (<i>Saccharomyces albicans</i>)	(206)
第二节 新生隐球菌 (<i>Cryptococcus neoformans</i>)	(207)
第三节 其他深部感染真菌	(207)
第四节 强化训练	(208)
参考文献	(210)
本书各章强化训练参考答案	(211)
模拟试卷及答案	(242)

★ 第一章 微生物学绪论



1. 掌握微生物的定义、种类。
2. 熟悉微生物与人类的关系(正常菌群、条件致病菌和病原微生物)。
3. 了解医学微生物学发展简史及学习目的。

第一节 微生物和病原微生物 (microorganism and pathogenic microorganism)

一、微生物的定义 (definition)

微生物 (microorganism) 是一类肉眼不能直接看见, 必须借助光学显微镜或电子显微镜放大几百倍或几千倍甚至几万倍才能观察到的微小生物。具有形体微小、结构简单、繁殖迅速、容易变异、种类繁多、分布广泛等特点。

二、微生物的分类 (classification)

根据微生物 (microorganism) 有无细胞结构, 分化程度, 化学组成等可将其分为三大类:

(一) 非细胞型微生物 (noncellular microorganism)

无细胞结构, 缺乏产生能量的酶系统, 由单一核酸 (DNA/RNA) 和蛋白质构成, 必须在活细胞内增殖, 病毒属之。

(二) 原核细胞型微生物 (prokaryote)

一般为单细胞, 细胞核分化程度低, 无核膜、核仁, 细胞器不完整。细菌 (bacterium), 衣原体 (chlamydia)、支原体 (mycoplasma)、螺旋体 (spirochete)、立克次体 (rickettsia)、放线菌 (actinomycetes) 属之。

(三) 真核细胞型微生物 (eukaryote)

单细胞或多细胞微生物。具有完整的细胞结构, 细胞核分化程度高, 有核膜核仁, 细胞器完整。真菌 (fungus) 属之。

三、微生物与人类的关系 (relationship of microorganism and human beings)

1. 病原微生物 (pathogenic microorganism) 是指存在于自然界,以各种方式侵入人体,引起人类疾病的微生物,包括细菌、病毒和真菌。
2. 正常微生物丛 (normal flora) 是指寄居于人体的体表及人体与外界相通的腔道内的、对人体无害的微生物丛,包括细菌、病毒和真菌。习惯上称之为正常菌群。
3. 条件致病性微生物 (conditioned pathogenic microorganism) 是指正常情况下寄居于人体各部位,在一定条件下(机体抵抗力下降、正常寄居部位改变、菌群失调等)引起人类疾病的微生物。习惯上称之为条件致病菌 (conditioned pathogen) 或机会致病菌 (opportunistic pathogen)。

第二节 医学微生物学 (medical microbiology)

1. 本学科由微生物 (microorganism) 发展而来,主要研究与人类疾病有关的病原微生物的生物学特性、致病机制、机体的抗感染免疫、检测方法以及相关感染性疾病的防治措施。
2. 发展简史(自学)。
3. 学习目的
 - (1) 加强传染性疾病和感染性疾病的病原学研究,及时发现新现的病原体及其变异情况,为及时诊治疾病提供病原学依据。
 - (2) 深入开展病原微生物生物学特性及其致病机制的研究,为开发新的抗细菌、抗病毒和抗真菌新药提供理论基础。
 - (3) 研制开发免疫原性好、副作用小的新型疫苗以提高机体特异性免疫力、预防传染病的发生、降低传染病发病率。
 - (4) 研究特异、灵敏、简便、快速的微生物学诊断技术,及时地为临床和流行病学诊断提供依据。

第三节 强化训练

一、名词解释

1. 微生物 (microorganism)
2. 正常菌群 (normal flora)
3. 条件致病菌 (conditioned pathogen)
4. 病原微生物 (pathogenic microorganism)

二、选择题

【A型题】

1. 原核细胞型微生物,错误的一项是()

- A. 细菌 B. 支原体 C. 真菌 D. 立克次体
2. 非细胞型微生物是指()
- A. 细菌 B. 真菌 C. 衣原体 D. 病毒
3. 下列各种微生物,不属于原核细胞型微生物的是()
- A. 肺炎支原体 B. 沙眼衣原体 C. 梅毒螺旋体 D. 噬菌体
4. 属于真核细胞型微生物的是()
- A. 放线菌 B. 结核杆菌 C. 噬菌体 D. 白假丝酵母菌

三、填空题

1. 与人类疾病有关的微生物,按其形态结构和组成可分为_____,_____和_____三大类。
2. 原核细胞型微生物有_____,_____,_____,_____和_____。

四、问答题

1. 分述 20 世纪 80 年代以来新发现的非细胞型微生物和原核细胞型微生物。
2. 分述非细胞型、原核细胞型和真核细胞型微生物的主要生物学特征。

(王红英 张炳华)

第一篇 微生物学的基本原理

★ 第二章 微生物的生物学性状



1. 掌握细菌、病毒和真菌的主要生物学特性及区别。
2. 掌握细菌细胞壁的化学组成、结构及功能;革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁结构的不同。
3. 掌握细菌特殊结构:形态结构、形成条件、功能及在医学实践中的意义。
4. 掌握病毒的结构、化学组成及功能。
5. 熟悉细菌的基本形态,基本结构;L型细菌的概念及意义。
6. 熟悉细菌的理化性状;生长繁殖条件;生长曲线及意义。
7. 熟悉细菌的代谢产物及实际意义。
8. 熟悉培养基的概念及常用种类;人工培养细菌的实际用途。
9. 熟悉单细胞和多细胞真菌的形态结构,培养特性。
10. 了解细菌、病毒和真菌的分类及命名。

第一节 细菌(bacteria)

一、细菌的大小与形态(bacterial morphology)

(一) 细菌的大小(shape and size)

细菌个体微小,需用光学显微镜油浸镜放大900~1000倍才能看清形态,而观察和研究其微细结构则需用电子显微镜。衡量细菌个体大小的单位是微米(μm)($1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$)。

(二) 细菌的基本形态(basic morphology)

细菌按其外形可分为:球菌、杆菌和螺形菌三种基本形态。

1. 球菌(coccus) 多数球菌直径约 $0.8 \sim 1.2\mu\text{m}$,根据细菌排列方式及分裂平面不同又可分为:

- (1) 葡萄球菌(staphylococcus)。
- (2) 链球菌(streptococcus)。

- (3) 双球菌(diplococcus)。
- (4) 四联球菌(tetrads)。
- (5) 八叠球菌(sarcina)。
2. 杆菌(bacillus) 各种杆菌的大小、长短、粗细很不一致,排列方式也有不同。
 - (1) 大杆菌(larger bacillus):炭疽杆菌。
 - (2) 中杆菌(middle bacillus):大肠杆菌。
 - (3) 小杆菌(smaller bacillus):布氏杆菌。
 - (4) 球杆菌(coccobacillus):流感杆菌。
3. 螺形菌(spiral bacterium)
 - (1) 弧菌(vibrio):菌体短,只有一个弯曲,呈弧形。如霍乱弧菌。
 - (2) 螺菌(spirillum):菌体较长,坚硬,有几个弯曲。如鼠咬热螺菌。
 - (3) 螺杆菌(helicobacterium):菌体细长弯曲,呈弧形或螺旋形。如幽门螺杆菌。

细菌的形态受环境因素影响很大。改变环境条件如温度、培养时间、培养基成分和浓度、pH等,均可引起细菌形态变化。

二、细菌的基本结构

细菌的基本结构(basic structure of bacterium)各种细菌共有的结构称为基本结构,由外向内依次可分为细胞壁、细胞膜、细胞质及核质四部分。

(一) 细胞壁(cell wall)是细菌最外层的一层膜状结构

1. 性质与功能 细胞壁坚韧而有弹性,厚约18~30nm,占菌体干重的10%~25%。细菌胞质内有高浓度的无机盐和蛋白质、糖类,渗透压高达5~25atm(1atm=1.013kPa),为高渗,而胞外相对为低渗,所以细胞壁对细菌具有重要的功能和意义。

- (1) 维持细菌的固有外形。
- (2) 保护细菌、抵抗低渗、起到屏障作用。
- (3) 调节菌体内外的物质交换。
- (4) 带有多种抗原决定簇,决定菌体的抗原性。

2. 主要化学成分及结构——肽聚糖 肽聚糖(peptidoglycan)又称黏肽(mucopeptide)为原核生物细胞所特有。肽聚糖的结构由聚糖骨架、四肽侧链和五肽交联桥三部分组成。

(1) 聚糖骨架(sugar backbone):由两种氨基糖即N-乙酰氨基葡萄糖胺(N-acetyl glucosamine)和N-乙酰胞壁酸(N-acetylmuramic acid)交替间隔排列,经 β -1,4糖苷键联结成的聚糖链。各种细菌的聚糖链相同。

(2) 四肽侧链(tetrapeptide sidechain):化学组成及联结方式随菌种而异。如葡萄球菌等G⁺菌其四肽侧链依次为L-丙氨酸、D-谷氨酸、L-赖氨酸、D-丙氨酸,而大肠杆菌等G⁻菌第3位为二氨基庚二酸(diaminopimelic, DAP),并由DAP与相邻的四肽侧链末端的D-丙氨酸直接联结。

(3) 五肽交联桥(five-glycines crosslink bridge):为G⁺菌所具有。化学组成为五个甘氨酸

酸分子,并与四肽侧链第3位的L-赖氨酸和相邻的四肽侧链的末端的D-丙氨酸相联结,从而使G⁺菌的肽聚糖构成一个机械强度十分坚韧的三维立体网架结构,并聚合成多层框架。而G⁻菌则因缺乏五肽交联桥使其肽聚糖为一个结构较为疏松、单层平面网络的二维结构。

肽聚糖是细菌胞壁的主要成分。凡能破坏肽聚糖结构或抑制其合成的物质,都能损伤细胞壁而使细菌变性或杀伤细菌。

青霉素和头孢菌素能与细菌竞争合成胞壁过程中所需的转肽酶,抑制四肽侧链上D-丙氨酸与五肽交联桥之间的联结,而使细菌不能合成完整的细胞壁,可导致细菌死亡。

3. G⁺菌细胞壁的特点 较厚,约20~80nm,黏肽含量丰富,有15~50层,占细胞干重的50%~80%。各层肽聚糖之间通过四肽侧链和五肽交联桥相互交联,交联率高达75%~100%,组成三维立体框架。结构坚固致密。

G⁺菌细胞壁内还含有大量磷壁酸(teichoic acid),由核糖醇(ribitol)或甘油(glycerol)残基借磷酸二脂键互相连接成多聚物,约30个或更多的磷壁酸(teichoic acid)分子组成长链,穿插于黏肽层中,按其结合部位不同可分为:

壁磷壁酸(wall teichoic acid)其长链一端与黏肽分子上的胞壁酸共价联结,另一端则游离于胞壁外。膜磷壁酸(membrane teichoic acid)又称脂磷壁酸(lipoteichoic acid, LTA)。其长链末端与细胞膜上的糖酯键相联结,向外穿透肽聚糖层的网格而伸出胞壁表面。

磷壁酸(teichoic acid)的作用:

- (1) G⁺的重要表面抗原,与血清学分型有关。
- (2) 通过离子交换作用维持细胞内的离子平衡;Mg²⁺。
- (3) 通过与细胞壁和细胞膜的联结,增强细菌结构的稳定性。
- (4) 能黏附在人和某些动物细胞表面,类似细菌菌毛,可能与致病性有关。

如:A族链球菌之LTA。

此外,M蛋白、SPA等特殊结构为某些G⁺菌所特有,并与其致病性和抗原性有关。

4. G⁻菌细胞壁的特点 较薄,黏肽含量少,只有1~2层,仅占胞壁干重的5%~20%。黏肽层之间由四肽侧链直接交联,缺乏五肽桥,为二维结构,结构较为疏松薄弱。

G⁻菌胞壁黏肽层外还含有外膜,为其胞壁的主要结构,约占胞壁干重的80%,其结构组成如下:

(1) 脂质双层(lipid bilayer):为外膜的基本结构,是液态脂质双层,其中有脂蛋白向内伸入连接在肽聚糖上,脂多糖则向外伸出至细胞壁表面。

(2) 脂蛋白(lipoprotein)。

(3) 脂多糖(lipopolysaccharide, LPS):即G⁻菌的内毒素,由以下三部分组成:

1) 脂质A(lipid A):耐热,是LPS的毒性部位,与G⁻菌致病性有关,无种属特异性。各种G⁻菌的脂质A均相同,故不同的G⁻菌感染时,由内毒素引起的毒性作用大致相似。

2) 核心多糖(core polysaccharide):位于脂质A层外,由己糖(葡萄糖)、庚糖(7碳糖)、2-酮基-3-脱氧辛酸(2-keto-3-cleoxyoctonic acid, KDO)、磷酸乙醇胺等组成,经由KDO与脂质A共价连接,有属特异性,同一属细菌的相同。

3) 特异多糖(specific polysaccharide):为LPS的最外层,露出于表面之外,是由若干个(最多可达40个)低聚糖(3~5个单糖)重复单位所构成的多糖链。

特异多糖即 G^- 菌的 O-Ag 具有种的特异性,各种不同的 G^- 菌的特异多糖中单糖的种类、位置、排列顺序和空间构型各不相同,由此决定了 O-Ag 的特异性,O-Ag 如由缺损细菌即由 S 型变为 R 型。

LPS 是 G^- 菌的重要成分,有多种生物学效应,它能使机体中毒致死、引起发热(热原质)、促进淋巴细胞分裂增殖、刺激骨髓细胞增生、激活补体和凝血因子,有免疫佐剂作用,在致病性和免疫性上均有重要意义。

G^+ 菌和 G^- 菌在细胞壁结构方面的显著不同,导致这两类细菌在染色性、抗原性、毒性、对某些药物的敏感性等方面存在很大差异。

5. L 型细菌(L form of bacterium) 在某些情况下,如细菌的细胞壁受溶菌酶或青霉素作用时,黏肽结构可遭破坏,或其合成受到抑制,细菌胞壁受损后在普通环境中大多数细菌不能耐受菌体内部的高渗透压而裂解死亡。但在高渗透环境下,多数细菌仍可存活而成为细胞壁缺损细菌,不能维持其固有形态,呈现高度多形性。

G^+ 菌和 G^- 菌都能形成 L 型,前者细胞壁几乎完全缺失,原生质仅被一层细胞膜包住,称为原生质体(protoplast)。原生质体内部的渗透压很高,可达 20~25atm,在相对低渗的环境中如在普通培养基上或人体内很易胀裂死亡,但在高渗环境中(5% NaCl 溶液或 12%~15% 蔗糖溶液)仍可存活。

G^- 菌胞壁中黏肽含量少,且有外膜保护,黏肽的缺失对细胞造成的损失较小。其胞内渗透压(5~6atm)亦比 G^+ 菌低,故在低渗透环境中仍有一定抵抗力。称为圆球体(spheroplast)(原生质球),L 型菌形态不规则,大小不一着色不均,不论其为 G^+ 菌或 G^- 菌形成 L 型后均染成 G^- 菌,L 型菌在高渗低琼脂含血清的培养基中仍能缓慢生长,2~7 天后形成荷包蛋样小菌落,L 型菌的抑制物去除后,仍可恢复原有的形态。

意义:L 型菌在体内,体外均能产生。某些 L 型菌仍有致病力。在临床上可引起尿路感染,骨髓炎,心内膜炎等疾病。并常在作用于细胞壁的青霉素(青霉素,头孢菌素)治疗过程中发生,常反复出现常规细菌学检查为阴性,临床上遇有症状明显,而标本培养为阴性者应考虑 L 型菌感染的可能性。

(二) 细胞膜(cell membrane)

1. 性质与结构 位于胞壁内层,紧紧包住胞质,柔韧致密,富于弹性,占菌体干重的 10%~30%。含有 70% 蛋白质,30% 胞质,少量多糖。基本结构是平行的液态脂质双层,多为磷脂;其中镶嵌有多种蛋白质,多为酶类和载体酶,可移动变化其位置。

2. 功能

(1) 渗透和运输作用:即物质转运作用,细胞摄取营养和排出废物均通过细胞膜,其上还有许多微孔,具有选择性通透作用,能允许分子量小于 1000 的可溶性物质通过;并向胞外分泌水解酶,能将大分子营养物质降解成简单的小分子,便于吸收,在细菌的营养机制中起重要作用。有的胞外酶能分解对细菌有害的物质,从而保护自身, G^+ 菌的胞外酶则多积聚于胞质周围间隙中, G^- 菌的胞外酶则存在与周浆间隙中。细胞膜上还镶嵌有特殊的载体蛋白如透性酶(permease),能在胞膜外侧与营养物质结合,在脂质双层中逆浓度梯度移动至胞膜内侧卸下,完成主动转运用。

(2) 细胞呼吸作用:细菌胞膜上(主要在中介体中)含有细胞色素和氧化还原等多种呼吸酶,可以转运电子,完成氧化磷酸化作用,参与细胞呼吸的过程。与能量的产生贮存和利用有关。

(3) 生物合成作用:细胞膜上含有多种合成酶,如青霉素结合蛋白(penicillin binding protein, PBP)是参与肽聚糖合成的酶类,又是青霉素作用的靶部位,与耐药性有关。菌体的许多成分如肽聚糖、磷壁酸、磷脂、脂多糖,鞭毛均在膜上合成。

(4) 参与细菌分裂:细菌的细胞膜向内凹陷,折叠形成囊状物,称为中介体(mesosome)多见于G⁺菌,中介体与细菌分裂有关(类似于真核细胞有丝分裂时纺锤体的作用),亦与细菌呼吸作用有关,可为细菌提供大量能量(拟线粒体作用)。

3. 周浆间隙(periplasmic spaces) G⁻菌的胞膜与外膜脂质双层之间有一间隙,称为周浆间隙。该间隙含有许多种蛋白酶、核酸酶、解毒酶及特殊结合酶,与细菌对抗生素的耐药性、获得营养、解除有害物质毒性等有关。如β-内酰胺酶(BLA)和超广谱β-内酰胺酶(ESBL)等。

(三) 细胞质(cytoplasm)

呈溶胶状态,其化学组成随菌体、菌种、菌龄和环境条件而异,基本成分为水、蛋白质、核酸和脂类及少量的糖和无机盐。

细胞质内含有多种酶系统,是细菌合成蛋白质和RNA的场所,是新陈代谢的主要场所。

1. 核蛋白体(ribosome) 是游离存在于胞质中的微小颗粒,每个菌体内可达数万个,细菌核蛋白体为70s,由50s和30s两个亚基组成,真核生物细胞核蛋白体为80s,分别由60s和40s两个亚基组成,多存在于内质网上。链霉素和红霉素能分别作用于细菌核蛋白体的30s和50s亚基,干扰细菌蛋白质合成从而杀菌,但对人类核蛋白体无作用。

核蛋白体是细菌合成蛋白质的场所,其稳定性有赖于Mg²⁺的存在,Mg²⁺不足时易解离为两个亚基。

2. 质粒(plasmid) 是细菌染色体外的遗传物质,为闭合环状的双股DNA,大小不等,带有遗传信息,控制细菌某些特定的遗传性状。

质粒可在胞质中自我复制并传代,但并非细菌生命活动所必需。

质粒赋予细菌某些特定的遗传性状,且可以通过接合或转导作用在细菌细胞之间转移,医学上重要的质粒有:致育性质粒(fertility plasmid, F)、耐药性质粒(resistant plasmid, R)、毒力质粒(virulence plasmid, Vi)等。由质粒控制的性状有性菌毛形成、耐药性、细菌素和毒素产生等。

3. 胞质颗粒(cytoplasmic granules) 又称为内含物(inclusion),存在于胞质中,多为与营养有关的贮存物,包括多糖、脂类、多磷酸盐等。较有意义的颗粒是异染颗粒(metachromatic granule)多见于白喉杆菌、鼠疫杆菌、结核杆菌,主要成分为RNA和多偏磷酸盐,嗜碱性强,用美蓝染色着色深,与菌体其他部位不同,故名。

白喉杆菌的异染颗粒多在菌体两端,又称为极体(polar body),有助于该菌的鉴定。

(四) 核质(nuclear material)

细菌无成形的核,其遗传物质称为核质,无核膜和核仁;由裸露的纤维状双股DNA组成单一环状,反复回旋卷曲盘绕成松散的网状结构,无组蛋白包绕,又称为拟核(nucleoid)控制细菌的遗传特性,是细菌生命活动所必须,亦称为细菌染色体(bacterial chromosome)。