
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

医学微生物学 学习指南

第2版

主编 陈 锋 王红英



科学出版社

014034578

R37
21-2

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

介 简 容 内

医学微生物学学习指南

第2版

主 编 陈 锋 王红英
副 主 编 孙玉萍 马海梅
编 者 (以姓氏笔画为序)
马海梅 王红英 刘雪莉 孙玉萍
张 蓓 阿孜尔古丽·阿布都克日木
陈 锋 孜来古丽·米吉提
迪丽达尔·库德热提



科 学 出 版 社

北 京



北航

C1714964

R37
21-2

872380310

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

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,并附有答案和模拟试卷。本书有助于医学生复习、巩固及自测所学的本学科内容,是医学生和准备应试的执业医师等参加医学微生物学考试的必要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医学微生物学学习指南 / 陈锋,王红英主编. —2版. —北京:科学出版社,2014.3

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 978-7-03-039888-8

I. ①医… II. ①陈… ②王… III. ①医学微生物学-医学院校-教学参考资料 IV. ①R37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 036975 号

责任编辑:李国红 朱 华 / 责任校对:刘小梅

责任印制:肖 兴 / 封面设计:范璧合

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>

安泰印刷厂 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

2014年3月第 二 版 印张:13 1/4

2014年3月第二次印刷 字数:310 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

根据人民卫生出版社教材《医学微生物学》(第8版),参照新修订的临床医学本科教学大纲和全国执业医师资格考试知识点纲要的要求,为便于学生全面且有重点的掌握本课程各章节内容,获得理想的考试成绩,特此编写了这本学习指南。

本书基本内容以新修订的五年制本科教学大纲要求掌握和熟悉内容为主,可供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、中西医结合及中医学等专业七年制本硕班及本、专科学学生学习医学微生物学时参考。也可作为教师的授课提纲。

本书重要名词及章节标题附有英文,方便七年制本硕班学生学习专业英语。

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基本要求,可方便学生复习巩固所学知识,能够胸有成竹地应考并获得理想的成绩。

本书最后附有各章复习题的参考答案和两套模拟试卷及答案,便于学生复习时自测。

编 者
2014年1月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 微生物和病原微生物	(1)
第二节 医学微生物学	(2)
第三节 强化训练	(2)
 第一篇 细 菌 学	
第二章 细菌的形态与结构	(5)
第一节 细菌的大小与形态	(5)
第二节 细菌的结构	(5)
第三节 强化训练	(10)
第三章 细菌的生理	(16)
第一节 细菌的理化性状	(16)
第二节 细菌的营养和生长繁殖	(16)
第三节 细菌的新陈代谢和能量转换	(17)
第四节 细菌的人工培养	(18)
第五节 细菌的分类	(18)
第六节 强化训练	(18)
第四章 消毒灭菌与病原微生物实验室生物安全	(21)
第一节 消毒灭菌的常用术语	(21)
第二节 消毒灭菌的方法	(21)
第三节 消毒灭菌的运用	(22)
第四节 影响消毒灭菌效果的因素	(23)
第五节 病原微生物实验室生物安全	(23)
第六节 强化训练	(23)
第五章 细菌的遗传与变异	(27)
第一节 细菌的变异类型	(27)
第二节 细菌变异的物质基础	(27)
第三节 细菌变异的机制	(30)
第四节 细菌遗传变异的实际应用	(33)
第五节 强化训练	(33)
第六章 细菌的感染与免疫	(35)
第一节 正常菌群与机会致病菌	(35)
第二节 细菌的致病机制	(36)
第三节 细菌感染的传播	(38)
第四节 抗菌免疫	(40)
第五节 医院感染	(41)

第六节 强化训练	(42)
第七章 细菌学诊断与防治原则	(45)
第一节 细菌学诊断	(45)
第二节 特异性预防与治疗	(46)
第三节 强化训练	(47)
第八章 球菌	(48)
第一节 葡萄球菌属	(48)
第二节 链球菌属	(50)
第三节 奈瑟菌属	(53)
第四节 强化训练	(54)
第九章 肠杆菌科	(58)
第一节 大肠埃希菌	(58)
第二节 志贺菌属	(60)
第三节 沙门菌属	(61)
第四节 强化训练	(63)
第十章 弧菌属	(67)
第一节 霍乱弧菌	(67)
第二节 副溶血性弧菌	(68)
第三节 强化训练	(68)
第十一章 螺杆菌属	(70)
第一节 幽门螺杆菌	(70)
第二节 强化训练	(70)
第十二章 厌氧性细菌	(72)
第一节 厌氧芽胞梭菌属	(72)
第二节 无芽胞厌氧菌	(75)
第三节 强化训练	(75)
第十三章 分枝杆菌属	(79)
第一节 结核分枝杆菌	(79)
第二节 强化训练	(82)
第十四章 动物源性细菌	(85)
第一节 布鲁菌属	(85)
第二节 炭疽芽胞杆菌	(86)
第三节 鼠疫耶尔森菌	(87)
第四节 强化训练	(88)
第十五章 其他病原性细菌	(91)
第一节 白喉棒状杆菌	(91)
第二节 嗜肺军团菌	(92)
第三节 百日咳鲍特菌	(92)
第四节 流感嗜血杆菌	(93)
第五节 假单胞菌属	(94)
第六节 弯曲菌属	(94)
第七节 强化训练	(95)

第十六章 放线菌属与诺卡菌属	(98)
第一节 放线菌属	(98)
第二节 诺卡菌属	(98)
第三节 强化训练	(99)
第十七章 支原体	(101)
第一节 概述	(101)
第二节 主要致病性支原体	(101)
第三节 强化训练	(102)
第十八章 立克次体	(104)
第一节 概述	(104)
第二节 主要的致病性立克次体	(104)
第三节 强化训练	(104)
第十九章 衣原体	(107)
第一节 概述	(107)
第二节 主要病原性衣原体	(107)
第三节 强化训练	(108)
第二十章 螺旋体	(111)
第一节 钩端螺旋体属	(112)
第二节 密螺旋体属	(112)
第三节 强化训练	(113)
第二篇 病 毒 学	
第二十一章 病毒的基本性状	(115)
第一节 病毒的大小与形态	(115)
第二节 病毒的结构与化学组成	(115)
第三节 病毒的增殖	(116)
第四节 理化因素对病毒的影响	(117)
第五节 强化训练	(118)
第二十二章 病毒的感染与免疫	(122)
第一节 病毒的致病作用	(122)
第二节 抗病毒免疫	(124)
第三节 强化训练	(126)
第二十三章 病毒感染的检查方法与防治原则	(129)
第一节 病毒学诊断	(129)
第二节 强化训练	(130)
第二十四章 呼吸道感染病毒	(132)
第一节 流行性感冒病毒	(132)
第二节 副黏病毒	(134)
第三节 冠状病毒和 SARS 冠状病毒	(135)
第四节 其他呼吸道病毒	(136)
第五节 强化训练	(137)
第二十五章 肠道感染病毒	(141)

第一节 肠道病毒	(141)
第二节 轮状病毒	(142)
第三节 强化训练	(144)
第二十六章 肝炎病毒	(147)
第一节 甲型肝炎病毒	(147)
第二节 乙型肝炎病毒	(148)
第三节 丙型肝炎病毒	(151)
第四节 丁型肝炎病毒	(152)
第五节 戊型肝炎病毒	(152)
第六节 强化训练	(153)
第二十七章 虫媒病毒和出血热病毒	(157)
第一节 虫媒病毒	(157)
第二节 出血热病毒	(158)
第三节 强化训练	(160)
第二十八章 人类疱疹病毒	(162)
第一节 单纯疱疹病毒	(162)
第二节 水痘-带状疱疹病毒	(163)
第三节 人巨细胞病毒	(163)
第四节 EB 病毒	(164)
第五节 强化训练	(165)
第二十九章 反转录病毒	(167)
第一节 人类免疫缺陷病毒	(167)
第二节 人类嗜 T 细胞病毒	(169)
第三节 强化训练	(170)
第三十章 其他病毒	(172)
第一节 狂犬病病毒	(172)
第二节 人乳头瘤病毒	(173)
第三节 强化训练	(173)
第三十一章 朊粒	(175)
第一节 朊粒	(175)
第二节 强化训练	(175)
第三篇 真菌学	
第三十二章 真菌学	(176)
第一节 真菌学总论	(176)
第二节 主要病原性真菌	(178)
第三节 强化训练	(180)
附录	(183)
附录 1 参考答案	(183)
附录 2 模拟试卷及答案	(191)
附录 3 参考文献	(204)

第一章 绪论 (Introduction)

本章要求

1. 掌握:微生物的定义、种类;病原微生物的概念。
2. 熟悉:微生物与人类的关系。
3. 了解:医学微生物学的发展简史和研究对象。

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) 与分布

根据微生物有无细胞结构、分化程度和化学组成等特点可将其分为三大类:

(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。

微生物分布很广。空气、土壤、水体以及人类和动物体表以及与外界相通的通道均有大量的微生物存在。

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. 本学科由微生物学发展而来,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. 医学微生物学发展简史(自学)。

3. 医学微生物学的学习目的

(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) 研制开发免疫抗原性好,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,及时的为临床和流行病学诊断提供依据。

第三节 强化训练

一、判断题

1. 立克次体属于非细胞型微生物。
2. 噬菌体属于原核细胞型微生物。
3. 中国是首先使用人痘接种术的国家。
4. 郭霍法则适用于所有感染性疾病。
5. 原核细胞型微生物有完整的细胞器。
6. 真核细胞型微生物缺乏完整的细胞器。
7. 非细胞型微生物含有两种类型核酸,既含 DNA、又含 RNA。

二、填空题

1. 根据微生物的形态、结构及组成不同,可分成_____、_____和_____三个大类,其中仅含原始核的包括_____、_____、_____和_____等。
2. 发明巴氏消毒法的科学家是_____。
3. 开创外科消毒技术的临床医师是_____。
4. 三大类微生物的主要区别在于_____的不同。

三、单项选择题

【A1型题】

1. 原核细胞型微生物与真核细胞型微生物的根本区别是
A. 单细胞 B. 有细胞壁

- C. 仅有原始核结构,无核膜和核仁等 D. 对抗生素敏感
E. 繁殖方式
2. 下列对原核细胞型微生物结构的描述中,正确的一项是
A. 有细胞壁但不含肽聚糖 B. 有细胞膜且含有胆固醇
C. 含有线粒体、内质网、溶酶体等细胞器 D. 细胞核内含染色体遗传物质
E. 无核膜,核质为裸露环状 DNA
3. 下列各种微生物,不属于原核细胞型微生物的是
A. 细菌 B. 支原体 C. 真菌
D. 立克次体 E. 螺旋体
4. 非细胞型微生物是指
A. 细菌 B. 真菌 C. 衣原体
D. 病毒 E. 放线菌
5. 原核细胞型微生物的特征是
A. 体积微小,可通过细菌滤器 B. 胞质内细胞器完整
C. 菌体内有核膜,核仁和染色体 D. 体积微小,可有菌丝和孢子
E. 仅含有原始物质,无核膜或核仁
6. 下列哪项不是微生物的共同特征
A. 个体微小 B. 种类繁多 C. 分布广泛
D. 可无致病性 E. 只能在活细胞内生长繁殖
7. 下列哪种病原体不含有核酸
A. 朊粒 B. 小病毒 B19 C. 巴尔通氏体
D. 伯氏疏螺旋体 E. 汉坦病毒
8. 证明有机物发酵和腐败是由微生物引起的是
A. 柯赫 B. 列文虎克 C. 巴斯德
D. 李斯特 E. 琴纳
9. 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 E. 普氏立克次体
10. 下列各种微生物,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 E. 普氏立克次体
11. 有完整细胞核的微生物是
A. 真菌 B. 支原体 C. 衣原体
D. 立克次体 E. 细菌
12. 下列微生物中仅含一种核酸的是
A. 白色念珠菌 B. 噬菌体 C. 螺旋体
D. 放线菌 E. 衣原体
13. 最先创用固体培养基将细菌进行培养的科学家是
A. 法国的巴斯德 B. 德国的柯霍
C. 俄国的伊凡诺夫斯基 D. 英国的李斯特

- E. 荷兰的列文虎克
14. 关于在微生物学发展史上做出重要贡献的科学家及其所做出的贡献,下列哪项叙述是错误的
- A. 巴斯德首次研制出狂犬病疫苗
- B. 柯霍先后分离出炭疽杆菌、结核杆菌和霍乱弧菌
- C. 伊凡诺夫斯基发现烟草花叶病毒
- D. 琴纳分离出天花病毒
- E. 弗莱明发现青霉菌产物能抑制金黄色葡萄球菌的生长
15. 用无毒力牛痘接种来预防天花的第一个医师是
- A. Koch B. Jenner C. Pasteur
- D. VonBehring E. Bordet
16. 最早用人痘接种预防天花的国家是
- A. 中国 B. 美国 C. 日本
- D. 俄罗斯 E. 英国
17. 最早观察到微生物的学者是
- A. 中国宋末年的刘真人
- B. 荷兰人 Antony Van Leeuwenhok(吕文虎克)
- C. 法国人 Louis Pasteur(巴斯德)
- D. 英国人 Joseph Lister(李斯特)
- E. 德国人郭霍
18. 严格说来,结核分枝杆菌在分类上属于
- A. 细菌 B. 衣原体 C. 支原体
- D. 螺旋体 E. 立克次体

【B1型题】

- A. 细菌 B. 病毒 C. 朊粒
- D. 真菌 E. 立克次体
1. 属于非细胞型微生物的是
2. 属于原核细胞型微生物的是
3. 属于真核细胞型微生物的是
- A. 列文虎克 B. 巴斯德 C. 琴纳
- D. 郭霍 E. 李斯特
4. 第一个用无毒力牛痘接种来预防天花的医师是
5. 发明了显微镜首先观察到细菌的是
6. 证明有机物发酵和腐败是由微生物引起的是

四、问答题

1. 简述非细胞型、原核细胞型和真核细胞型微生物的主要特点。
2. 简述科赫法则的基本内容。

第一篇 细菌学

第二章 细菌的形态与结构

本章要求

1. 掌握:细菌细胞壁的化学结构、功能及革兰阴性菌和阳性菌细胞壁的区别;细菌特殊结构(形态结构、形成条件、功能及在实践中的意义)。
2. 掌握:细菌的基本形态、基本结构;掌握革兰染色法的步骤,结果及实际意义。
3. 熟悉:L型细菌的概念及意义。
4. 了解:细菌形态与结构检查的原则。

第一节 细菌的大小与形态(Bacterial Morphology)

一、细菌的大小

细菌个体微小,须用光学显微镜油浸镜放大900~1000倍才能看清形态,而观察和研究其结构则需用电镜。测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

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。分别是①大杆菌(Larger bacillus),如:炭疽杆菌;②中杆菌(middle bacillus),如:大肠埃希菌;③小杆菌(smaller bacillus),如:布鲁菌;④球杆菌(coccobacillus),如: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。

第二节 细菌的结构

细菌的结构包括基本结构和特殊结构两种。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。某些细菌特有的结构称为特殊结构,包括鞭毛、菌毛、荚膜和芽孢。

一、细菌的基本结构

(一) 细胞壁 (cell wall)

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 ~ 25 个大气压,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 (mucopolysaccharide),为原核生物细胞所特有。

(1) 聚糖骨架 (sugar backbone):由两种氨基糖即 *N*-乙酰氨基葡萄糖胺 (*N*-acetylglucosamine) 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,而大肠埃希菌等 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结构、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,粘肽含量丰富,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) 残基借磷酸二酯键互相连接成多聚物,约 30 个或更多的 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:①壁磷壁酸 (wall teichoic acid) 其长链一端与黏连分子上的胞壁酸共价联结,另一端则游离于胞壁外。②膜磷壁酸 (membrane teichoic acid) 又称脂磷壁酸 (lipoteichoic acid, LTA)。其长链末端带有糖脂相联结,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: Mg^{2+} 。

(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,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,链上可附加其他基因。

特异多糖即 G^- 菌的 O-Ag 具有种的特异性,不同 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,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 20~25 atm,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 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 (5~6 atm) 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 (sphero-

plast)(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,2~7d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抗生素(青霉素、头孢菌素)治疗过程中发生。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,仅包住胞质,柔韧致密,富于弹性,占菌体干重的10%~30%。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,完成主动转运作用。

(2) 细胞呼吸作用:细菌细胞膜上(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点,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、鞭毛等均在膜上合成。

(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 space) 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. 核糖体(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,细菌核糖体为70s,由50s和30s两个亚基组成,真核生物细胞核糖体为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糖体的30s和50s亚基,干扰细菌蛋白质合成,从而杀菌,但对人类核糖体无作用。

核糖体是细菌合成蛋白质的场所,其稳定性有赖于 Mg^{2+} 的存在, Mg^{2+} 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 granule) 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,用亚甲蓝(美蓝)染色,着色深,与菌体其他部位不同,故名之。

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需,亦称为细菌染色体(bacterial chromosome)。

二、细菌的特殊结构

(一) 荚膜(capsule)

某些细菌在细胞壁外围绕着一层黏液性物质,用特殊染色法在普通光镜油镜下可见边界分明的膜状结构,称为荚膜。

1. 化学组成 随菌种而异。多为多糖(肺炎球菌等),少数为多肽(炭疽杆菌)。

2. 形成条件 荚膜形成与环境条件密切相关,一般在动物体内或体外含大量糖分或血清的培养基中易形成荚膜。有荚膜细菌在培养基上形成 S 型菌落,失去荚膜后则变为 R 型。荚膜多糖、多肽具有抗原性,用于细菌分型。

3. 荚膜的功能 ①抗吞噬作用。②抗有害物质损伤作用。③黏附作用。

(二) 鞭毛(flagellum)

许多细菌(所有弧菌、螺菌、约半数的杆菌及少数的球菌)在菌体上附着有细长呈波状弯曲的丝状物,称为鞭毛。

鞭毛的化学成分为鞭毛蛋白,是一种弹力纤维蛋白,其氨基酸的组成与骨骼肌中的肌动蛋白相似,可能与鞭毛的运动性有关。

1. 鞭毛菌分类 根据鞭毛的数目和位置可将鞭毛菌分为:①单毛菌,如:霍乱弧菌。②双毛菌,如:空肠弯曲菌。③丛毛菌,如:绿脓杆菌。④周毛菌,如:伤寒沙门菌。

2. 鞭毛的实际意义

(1) 鞭毛是运动器官。有鞭毛菌动力(+),无鞭毛菌动力(-)。例如伤寒沙门菌动力(+),痢疾杆菌(-),有鉴别意义。

(2) 鞭毛蛋白有特殊的抗原性,称为 H-Ag,常用于细菌的鉴定和分型。

(3) 某些细菌如霍乱弧菌、空肠弯曲菌等菌的鞭毛与其致病性(穿透或黏附作用)有关。