

医学专业必修课考试辅导教材

供基础、临床、预防、口腔、药学、检验、影像、护理等专业用
梳理教材知识体系 精讲重点难点考点 揭示名校命题规律

医学微生物学

主编 赖小敏



 科学技术文献出版社

医学专业必修课考试辅导教材

医学微生物学

主 编 赖小敏

副主编 龙北国

编 者 (按姓氏笔画排列)

龙北国(南方医科大学)

江丽芳(中山大学中山医学院)

周经姣(中山大学中山医学院)

周俊梅(中山大学中山医学院)

赵 卫(南方医科大学)

晏辉钧(中山大学中山医学院)

黄俊琪(中山大学中山医学院)

梁 瑜(中山大学中山医学院)

赖小敏(中山大学中山医学院)

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

医学微生物学/赖小敏主编. -北京:科学技术文献出版社,2006.2

(医学专业必修课考试辅导教材)

ISBN 7-5023-5228-7

I. 医… II. 赖… 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 002165 号

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038

图书编务部电话 (010)58882909,(010)58882959(传真)

图书发行部电话 (010)68514009,(010)68514035(传真)

邮 购 部 电 话 (010)58882952

网 址 <http://www.stdph.com>

E-mail: stdph@istic.ac.cn

策 划 编 辑 薛士滨

责 任 编 辑 崔 岩

责 任 校 对 赵文珍

责 任 出 版 王杰馨

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者 北京高迪印刷有限公司

版 (印) 次 2006 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开 本 787×1092 16 开

字 数 475 千

印 张 16.5

印 数 1~5000 册

定 价 23.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

《医学微生物学考试辅导》以人民卫生出版社出版的卫生部规划教材和全国高等学校教材《医学微生物学》第6版为蓝本,按其章节顺序编写,在编写过程中还参阅了国内外相关参考书。每章内容均包括教学大纲要求、教材内容精要和复习思考题。教学大纲要求按照全国高等医药院校本科生教学要求掌握、熟悉、了解的本学科基本理论、基本知识和基本技能提出;教材内容精要包括主要内容、重点和难点两部分,对第6版教材内容进行了精写,还从横向和纵向的角度提出问题,进行综合分析和讨论;复习思考题包括试题和参考答案两部分,试题按选择题(A型和X型)、名词解释、简述题、论述题编排,记忆、理解和应用型题目按一定比例分布,基本涵盖了本学科三基要求的内容和部分学科进展内容,参考答案简明扼要,具有专一性。书后还附有本科医学微生物学期末考试试题与题解和微生物学专业硕士研究生入学考试试题与题解各两套。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了让您增长知识和才干。

前 言

《医学微生物学》是医学生必修的一门基础医学主干学科。由于致病微生物种类繁多,既有共同特点,又有各自的个性特点,医学生在学习时常感到各种微生物的特点前后混淆,难以理解和记忆。为满足各类医学生学习的需要,适应新世纪医学教育改革发展,提高教学质量和素质培养水平,我们结合多年的教学实践与研究和试题积累,编写了这本《医学微生物学考试辅导》。

本书以人民卫生出版社出版的卫生部规划教材和全国高等学校教材《医学微生物学》第6版为蓝本,按其章节顺序编写,在编写过程中还参阅了国内外相关参考书。每章内容均包括教学大纲要求、教材内容精要和复习思考题。书后还附有本科医学微生物学期末考试试题与题解和微生物学专业硕士研究生入学考试试题与题解各两套。

本书可供高等医药院校医学各专业本科学历学生复习和教师参考使用,亦可供研究生入学考试、国家执业医师考试和专升本自学考试学生复习参考。

参加本书编写的人员为中山大学中山医学院和南方医科大学长期从事教学和科研工作、具有丰富教学经验的一线教师,江丽芳教授还为本书进行了认真的审阅。尽管大家为编写本书付出了辛勤劳动,但由于我们的学术水平有限,编写时间仓促,书中难免有不妥和错误之处,欢迎读者批评指正。

赖小敏 龙北国

2005年11月



目 录



第一章 绪论	(1)
第一篇 微生物学的基本原理	(6)
第二章 微生物的生物学性状	(6)
第三章 感染	(24)
第四章 抗感染免疫	(36)
第五章 细菌的遗传与变异	(43)
第六章 医学微生态学 with 医院内感染	(55)
第七章 消毒与灭菌	(60)
第八章 病原学诊断与防治	(66)
第九章 细菌的耐药性与控制策略	(76)
第二篇 细菌学	(80)
第十章 化脓性细菌	(80)
第十一章 肠道感染细菌	(93)
第十二章 厌氧性细菌	(110)
第十三章 呼吸道感染细菌	(120)
第十四章 动物源性细菌	(132)
第十五章 放线菌与诺卡菌	(137)
第十六章 螺旋体	(142)
第十七章 支原体和脲原体	(151)
第十八章 立克次体	(157)
第十九章 衣原体	(163)
第三篇 病毒学	(170)
第二十章 呼吸道感染病毒	(170)

第二十一章 肠道感染病毒.....	(181)
第二十二章 肝炎病毒.....	(190)
第二十三章 虫媒病毒和出血热病毒.....	(202)
第二十四章 人类疱疹病毒.....	(211)
第二十五章 反转录病毒.....	(218)
第二十六章 其他病毒.....	(227)
第二十七章 朊粒.....	(232)
第四篇 真菌学.....	(234)
第二十八章 皮肤和皮下组织感染真菌.....	(234)
第二十九章 深部感染真菌.....	(237)
附一 本科医学微生物学期末考试试题与题解.....	(242)
附二 微生物学专业硕士研究生入学考试试题与题解.....	(254)

第一章

绪论

教学大纲要求

- (1)掌握微生物、正常菌群、条件致病菌(机会致病菌)以及病原微生物的概念。
- (2)掌握微生物的种类及特点。
- (3)熟悉医学微生物学的概念与研究对象。
- (4)了解医学微生物学发展简史、学习医学微生物学的目的。

教材内容精要

一、主要内容

(一)微生物的概念、种类及特点

微生物(microorganism)是广泛存在于自然界中的众多肉眼看不见,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的总称。它们具有体形微小、结构简单、繁殖迅速、容易变异及适应环境能力强等特点。

微生物种类繁多,至少有 10 万种以上。按其细胞结构特点可分成三种类型:

1. 非细胞型(acellular)微生物

没有典型的细胞结构,亦无产生能量的酶系统,核心只有一种核酸,只能在活细胞内生长繁殖。病毒为其代表,近来又发现了只有蛋白质没有核酸构成的朊粒。

2. 原核细胞型(prokaryote)微生物

细胞核分化程度低,仅有原始核质,为环状裸 DNA 团块结构,没有核膜与核仁;细胞器不完善,只有核糖体。原核细胞型微生物统称细菌(bacterium),包括古细菌(archaebacterium)、真细菌(eubacterium)和蓝细菌(cynaobacterium)。古细菌结构原始、具有特殊的 16S rRNA 序列,包括产甲烷菌、极端嗜盐菌、嗜热嗜酸菌等。蓝细菌过去称蓝绿藻,能进行光合作用,未发现有致病性。除了蓝细菌和古细菌以外的原核细胞型微生物统称为真细菌,包括细菌、螺旋体、支原体、立克次体、衣原体和放线菌等。

3. 真核细胞型(eukaryote)微生物

细胞核的分化程度较高,有核膜、核仁;胞质内有完整的细胞器(如内质网、核糖体及线粒体等)。真菌属于此类微生物。

(二)正常菌群、条件致病菌(机会致病菌)以及病原微生物的概念

微生物在自然界中以群体形式出现。不同微生物种群与周围环境和人体形成生态系统。许多微生物寄生在人类和动物体表或与外界相通的腔道中,在长期的进化过程中与人形成共生关系,这些微生物在正常情况下是无害的,而且有的还具有拮抗外来菌的侵袭和定居以及提供人类必需的营养物质(如多种维生素和氨基酸等)等作用,称为正常菌群(normal flora)。这些微生物在机体健康或正常情况下不致病,只是在机体抵抗力低下时才导致疾病,称为条件致病菌(conditional pathogen)或机会



致病菌(opportunistic pathogen)。有一小部分微生物能引起人类或动、植物的病害,这些具有致病性的微生物称为病原微生物。

(三)医学微生物学的概念、研究对象及发展简史

医学微生物学(Medical Microbiology)是微生物学的一个分支,也是医学的一门基础学科。它主要研究与人类疾病有关的病原微生物的形态、结构、代谢活动、遗传和变异、致病机制、机体的抗感染免疫、实验室诊断及特异性预防等。它是人类在长期对传染性疾病的病原性质的认识和疾病防治过程中总结出来的一门科学。

1674年荷兰人列文虎克用自制的显微镜第一次观察到微生物并描述了各种形态的微生物。法国科学家巴斯德首先用实验证明有机物质的发酵与腐败是由微生物所引起的。巴斯德创用的加温处理以防酒类变质的消毒法,就是至今仍沿用用于酒类和乳类消毒的巴氏消毒法。英国外科医生李斯特创用石炭酸喷洒手术室和煮沸手术用具,为防腐、消毒以及无菌操作打下了基础。德国学者郭霍创用固体培养基,可将细菌从环境或病人排泄物等标本中分离出单一菌落,便于对各种细菌分别研究。同时又创用了染色方法和实验性动物感染,为发现各种传染病的病原体提供了有利条件。俄国学者伊凡诺夫斯基于1892年发现了第一种病毒即烟草花叶病病毒。18世纪末,英国琴纳创用牛痘预防天花;随后巴斯德研制鸡霍乱、炭疽和狂犬病疫苗成功,为治疗和预防微生物所致疾病开辟了途径,形成了免疫学和预防医学。1910年欧立希首先合成了治疗梅毒的化学治疗剂——砷凡纳明,开创了微生物性疾病的化学治疗途径。1929年弗莱明首先发现青霉菌产生的青霉素能抑制金黄色葡萄球菌的生长,为抗生素的应用与发展奠定了基础。

近三十年来,随着分子生物学等学科的发展,医学微生物学得到迅速发展。表现为:①不断发现了新的病原微生物,如军团菌、弯曲菌、拉沙热病毒、马堡病毒及人类免疫缺陷病毒等;②微生物全基因组的研究取得进展;③新型疫苗研究进展迅速;④微生物学诊断技术快速发展;⑤新的抗细菌和抗病毒药物研究有了突破性的进展。

虽然人类在医学微生物学领域及控制传染病方面已取得巨大成就,但距离控制与消灭传染病的目的还相差甚远。消灭了旧的传染病,又会出现新的传染病。如2002年秋季由广东开始的严重急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS)。

(四)学习医学微生物学的目的

学习目的:为学习临床各科的相关内容奠定基础,为控制和消灭感染性疾病,保障人民健康服务。新的病原体不断出现,原先的病原体变异并形成耐药性造成新的流行,仍有感染性疾病病原未明,有些病原体致病与免疫机制尚待阐明,有些疾病缺乏有效的防治措施。因此,医学微生物学的研究要加强:①病原学研究,了解病原体的变异,为诊治疾病提供支持;②研究病原微生物的生物学性状和致病机制,为研制疫苗和药物提供依据;③建立特异的快速、早期诊断方法。

二、重点和难点

(一)微生物、正常菌群、条件致病菌(机会致病菌)及病原微生物的概念

微生物是广泛存在于自然界中的一群肉眼看不见,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的总称。它们具有体形微小、结构简单、繁殖迅速、容易变异及适应环境能力强等特点。许多微生物寄生在人类和动物体表或与外界相通的腔道中,在长期的进化过程中与人形成共生关系,这些微生物在正常情况下是无害的,而且有的还具有拮抗外来菌的侵袭和定居,以及提供人类必需的营养物质(如多种维生素和氨基酸等)等作用,称为正常菌群。这些微生物在机体健康或正常情况下不致病,只是在机体抵抗力低下时才导致疾病,称为条件致病菌或机

会致病菌。有一小部分微生物能引起人类或动、植物的病害,这些具有致病性的微生物称为病原微生物。

(二)微生物的种类及特点

1. 非细胞型微生物

没有典型的细胞结构,亦无产生能量的酶系统,核心只有一种核酸,只能在活细胞内生长繁殖。病毒为其代表,近来又发现了只有蛋白质没有核酸构成的朊粒。

2. 原核细胞型微生物

细胞核分化程度低,仅有原始核质,为环状裸 DNA 团块结构,没有核膜与核仁;细胞器不完善,只有核糖体。原核细胞型微生物统称细菌,包括古细菌、真细菌和蓝细菌。古细菌结构原始、具有特殊的 16S rRNA 序列,包括产甲烷菌、极端嗜盐菌、嗜热嗜酸菌等。蓝细菌过去称蓝绿藻,能进行光合作用,未发现致病菌。除了蓝细菌和古细菌以外的原核细胞型微生物统称为真细菌,包括细菌、螺旋体、支原体、立克次体、衣原体和放线菌等。

3. 真核细胞型微生物

细胞核的分化程度较高,有核膜、核仁和染色体;胞质内有完整的细胞器(如内质网、核糖体及线粒体等)。真菌属于此类微生物。

复习思考题

一、试题

(一)选择题

【A型题】

- 属于非细胞型微生物的是:
A. 支原体 B. 立克次体 C. 螺旋体 D. 衣原体 E. 病毒
- 细菌属于原核细胞型微生物的主要依据是:
A. 二分裂方式繁殖 B. 有细胞壁 C. 没有核膜和核仁 D. 单细胞 E. 对抗生素敏感
- 不属于微生物共同特点的选项是:
A. 分布广泛 B. 只能在活细胞内生长 C. 个体微小 D. 结构简单 E. 种类繁多
- 不属于真细菌的是:
A. 蓝细菌 B. 放线菌 C. 支原体 D. 立克次体 E. 衣原体
- 下面哪项属于古细菌特点:
A. 有核膜 B. 有核仁 C. 细胞器很完善 D. 具有特殊的 16S rRNA 序列 E. 分化程度较高

【X型题】

属于原核细胞型微生物的是:

- A. 古细菌 B. 蓝细菌 C. 放线菌 D. 真菌 E. 支原体

(二)名词解释

1. 微生物 2. 医学微生物学 3. 正常菌群 4. 条件致病菌/机会致病菌 5. 病原微生物

(三)简述题

1. 简述原核细胞型微生物的特点。



2. 原核细胞型微生物有哪几类?

(四)论述题

试述微生物的分类与特点。

二、答案及题解

(一)选择题

【A型题】

1.E 病毒属于非细胞型微生物,没有典型的细胞结构,亦无产生能量的酶系统,核心只有一种核酸,只能在活细胞内生长繁殖。

2.C 细菌的特点有:细胞核分化程度低,仅有原始核质,为环状裸DNA团块结构,没有核膜和核仁;细胞器不很完善,只有核糖体;有细胞壁的单细胞微生物,二分裂方式繁殖,对抗生素敏感。其中细胞核特点(无核膜和核仁)是归属于原核细胞型微生物的主要依据。

3.B 不属于微生物共同特点的选项是只能在活细胞内生长,这只是病毒的特点,细菌和真菌都能在无生命的培养基上生存。

4.A 不属于真细菌的是蓝细菌。原核细胞型微生物统称细菌,包括古细菌、真细菌和蓝细菌。蓝细菌过去称蓝绿藻,能进行光合作用,未发现有致病菌。

5.D 具有特殊的16S rRNA序列属于古细菌特点。古细菌结构原始、具有特殊的16S rRNA序列,包括产甲烷菌、极端嗜盐菌、嗜热嗜酸菌等。

【X型题】

ABCE 古细菌、蓝细菌、放线菌、支原体均属于原核细胞型微生物。其细胞核分化程度低,仅有原始核质,为环状裸DNA团块结构,没有核膜与核仁;细胞器不很完善,只有核糖体。而真菌属于真核细胞型微生物。

(二)名词解释

1. 微生物是广泛存在于自然界中的众多肉眼看不见,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的总称。

2. 医学微生物学是微生物学的一个分支,也是医学的一门基础学科。它主要研究与人类疾病有关的病原微生物的形态、结构、代谢活动、遗传和变异、致病机制、机体的抗感染免疫、实验室诊断及特异性预防等。

3. 许多微生物寄生在人类和动物体表或与外界相通的腔道中,在长期的进化过程中与人形成共生关系,这些微生物在正常情况下是无害的,而且有的还具有拮抗外来菌的侵袭和定居以及提供人类必需的营养物质(如多种维生素和氨基酸等)等作用,称为正常菌群。

4. 有些微生物在机体健康或正常情况下不致病,只是在机体抵抗力低下时才导致疾病,称为条件致病菌或机会致病菌。

5. 有一小部分微生物能引起人类或动、植物的病害,这些具有致病性的微生物称为病原微生物。

(三)简述题

1. 原核细胞型微生物具有以下特点:细胞核分化程度低,仅有原始核质,为环状裸DNA团块结构,没有核膜与核仁;细胞器不很完善,只有核糖体。

2. 原核细胞型微生物统称细菌,包括古细菌、真细菌和蓝细菌。



(四)论述题

按微生物的细胞结构特点可分成三种类型:(1)非细胞型微生物:没有典型的细胞结构,亦无产生能量的酶系统,核心只有一种核酸,只能在活细胞内生长繁殖。病毒为其代表,近来又发现了只有蛋白质没有核酸构成的朊粒。(2)原核细胞型微生物:细胞核分化程度低,仅有原始核质,为环状裸DNA团块结构,没有核膜与核仁;细胞器不很完善,只有核糖体。原核细胞型微生物统称细菌,包括古细菌、真细菌和蓝细菌。古细菌结构原始、具有特殊的16S rRNA序列,包括产甲烷菌、极端嗜盐菌、嗜热嗜酸菌等。蓝细菌过去称蓝绿藻,能进行光合作用,未发现致病性。除了蓝细菌和古细菌以外的原核细胞型微生物统称为真细菌,包括细菌、螺旋体、支原体、立克次体、衣原体和放线菌等。(3)真核细胞型微生物:细胞核的分化程度较高,有核膜、核仁和染色体;胞质内有完整的细胞器(如内质网、核糖体及线粒体等)。真菌属于此类微生物。

(黄俊琪)

第一篇 微生物学的基本原理

第二章

微生物的生物学性状

教学大纲要求

- (1)掌握细菌的形态、基本结构(细胞壁)和特殊结构,熟悉广义细菌的比较,了解细菌形态结构在医学实践中的意义。
- (2)掌握细菌的营养需要和生长繁殖的规律,熟悉细菌新陈代谢的特点及其代谢产物,了解各种代谢产物和人工培养细菌在医学实践中的意义。
- (3)熟悉病毒的基本特征,掌握病毒的结构与功能、病毒的复制周期。
- (4)熟悉真菌的特性。

教材内容精要

一、主要内容

(一)细菌

1. 广义细菌的比较

细菌(bacterium)是属于原核型细胞的一种单细胞生物,形体微小,结构简单。无成形细胞核,也无核膜和核仁,除核蛋白体外无其他细胞器。有广义和狭义之分。广义的细菌包括细菌、衣原体、支原体、立克次体、螺旋体和放线菌等,其特点是有细胞壁(支原体除外)、原始的核质,以二分裂方式繁殖和对抗生素等药物敏感等。狭义的细菌专指其中数量最大、种类最多、生物学性状具有代表性的细菌。

广义的细菌比较如下:

特性	细菌	支原体	立克次体	衣原体	螺旋体
大小(μm)	0.5~3.0	0.2~0.3	0.3~0.5	0.2~0.4	6~20
结构与成分	有肽聚糖结构的细胞壁	无细胞壁,细胞膜有大量固醇成分	有细胞壁,与变形杆菌有共同抗原	原体有细胞壁	有外膜和细胞壁,外膜下有内鞭毛
培养、繁殖与感染特点	二分裂繁殖;可用无细胞培养基培养;种类繁多,致病多样	二分裂方式或出芽形成丝状;可人工培养的最小微生物;引起非典型性肺炎或非淋菌性尿道炎等	严格细胞内寄生并以二分裂方式进行繁殖;人兽共患;多以节肢动物作为传播媒介	严格细胞内寄生并以二分裂方式进行繁殖;发育周期特殊,存在原体和始体两种形式	钩端螺旋体可人工培养
通过除菌滤器	-	+	+	+	-

2. 细菌的大小与形态

通常以微米(micrometer, μm)作为测量细菌大小的单位,用光学显微镜放大几百倍到上千倍才能看到。革兰染色法(Gram Stain)可将细菌分成两大类:革兰阳性菌(G^+)和革兰阴性菌(G^-)。

细菌按其外形主要分三类:球菌、杆菌、螺形菌。

细菌的形态可因菌龄及各种理化因素的影响而改变。

3. 细菌的基本结构

包括细胞壁、细胞膜、细胞质及核质。

(1)细胞壁(cell wall) 坚韧而有弹性,是一层较厚(5~80 nm)、质量均匀的网状结构,可承受细胞内强大的渗透压而不被破坏。

①细胞壁主要组分

主要成分是肽聚糖(peptidoglycan),又称黏肽(mucopeptide)。革兰阳性菌的肽聚糖由聚糖骨架、四肽侧链和五肽交联桥组成,革兰阴性菌没有五肽交联桥。聚糖骨架是由 N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸经 β -1.4 糖苷键连接间隔排列形成的多糖支架。在 N-乙酰胞壁酸分子上连接四肽侧链,肽链之间再由肽桥或肽链联系起来,组成一个网状结构。各种细菌细胞壁的聚糖骨架均相同,四肽侧链的组成及其连接方式随菌种而异。

革兰阳性菌例如葡萄球菌的四肽侧链氨基酸由 D-丙-D-谷-L-赖-D-丙组成。初合成的肽链末端多一个 D-丙氨酸残基。肽桥是一条 5 个甘氨酸的肽链,交联时一端与侧链第三位上的赖氨酸连接,另一端在转肽酶的作用下,使另一条五肽侧链末端 D-丙氨酸脱去,而与侧链第四位上的 D-丙氨酸连接,形成坚固致密的三维立体网状结构。

而革兰阴性大肠埃希菌的四肽侧链中,第三位的氨基酸被二氨基庚二酸(DAP)所取代,以肽链直接与相邻四肽侧链中的 D-丙氨酸相连,无五肽交联桥,形成二维平面结构,所以其结构较革兰阳性葡萄球菌疏松。

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形或杀伤细菌,例如溶菌酶(lysozyme)能切断肽聚糖中 N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸之间的 β -1.4 糖苷键之间的连结,破坏肽聚糖骨架,引起细菌裂解。青霉素和头孢菌素能与细菌竞争合成肽聚糖过程所需的转肽酶,抑制四肽侧链上 D-丙氨酸与五肽桥之间的连结,使细菌不能合成完整的细胞壁,可导致细菌死亡。

②革兰阳性菌细胞壁特殊组分

革兰阳性菌除了含量丰富的肽聚糖外,其细胞壁内尚有大量特殊组分磷壁酸(teichoic acid)。磷壁酸是由核糖醇或甘油残基经磷酸二酯键互相连接而成的多聚物。磷壁酸分壁磷壁酸(wall teichoic acid)和膜磷壁酸(membrane teichoic acid)两种,前者与细胞壁中肽聚糖的 N-乙酰胞壁酸连结,膜



磷壁酸又称脂磷壁酸(lipoteichoic acid)和细胞膜连结,另一端均游离于细胞壁外。磷壁酸抗原性很强,是革兰阳性菌的重要表面抗原;在调节离子通过黏肽层中起作用;也可能与某些酶的活性有关;某些细菌的磷壁酸,能黏附在人类细胞表面,其作用类似菌毛,可能与致病性有关。

此外,某些革兰阳性菌细胞壁表面还有一些特殊的表面蛋白,如A蛋白等,都与致病性有关。

③革兰阴性菌细胞壁特殊组分

革兰阴性菌细胞壁除了有1~2层肽聚糖外,尚有外膜层位于细胞壁肽聚糖层的外侧,包括脂蛋白、脂质双层、脂多糖三部分。

脂蛋白(lipoprotein)一端以蛋白质部分通过共价键连接于肽聚糖的四肽侧链上,另一端以脂质部分经共价键连接于外膜的磷酸上。其功能是稳定外膜并将之固定于肽聚糖层。脂质双层是革兰阴性菌细胞壁的主要结构,除了转运营养物质外,还有屏障作用,能阻止多种物质透过,抵抗许多化学药物的作用,所以革兰阴性菌对溶菌酶、青霉素等比革兰阳性菌具有较大的抵抗力。此外,外膜蛋白质还可作为某些噬菌体和性菌毛的受体。

脂多糖(lipopolysaccharide, LPS)由脂质双层向细胞外伸出,包括脂类A、核心多糖、寡糖重复单位,也称为细菌内毒素。其中脂类A是脂多糖的毒性部分及主要成分,无种属特异性,各种革兰阴性菌内毒素引起的毒性作用都大致相同;核心多糖位于脂类A的外层,具有属特异性;寡糖重复单位在脂多糖的最外层,具有细菌种或型的特异性,革兰阴性菌的菌体抗原(O抗原)就是寡糖重复单位。

革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁结构显著不同,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有很大差异。

革兰阳性菌与革兰阴性菌细胞壁结构的比较

特征	革兰阳性菌	革兰阴性菌
强度	较坚韧	较疏松
厚度	厚,20~80 nm	薄,10~15 nm
肽聚糖层数	多,可达50层	少,1~3层
肽聚糖含量	多,可占胞壁干重50%~80%	少,占胞壁干重10%~20%
磷壁酸	+	-
外膜	-	+
结构	三维空间(立体)结构	二维空间(平面)结构

④细菌细胞壁的缺陷型

因其首次在Lister研究所发现,故以其第一个字母命名,称细菌L型(L formed bacteria)。当细菌细胞壁中的肽聚糖结构受到理化或生物因素的直接破坏或合成被抑制,这种细胞壁受损的细菌一般在普通环境中不能耐受菌体内部的高渗透压而胀裂死亡;但在高渗透压环境下,它们仍可存活而成为细菌细胞壁缺陷型。革兰阳性菌L型称为原生质体(protoplast),革兰阴性菌L型称为原生质球(spheroplast)。

细菌L型的形态因缺失细胞壁而呈高度多形性,大小不一,多数革兰染色阴性。培养时必须补充3%~5%的NaCl、10%~20%蔗糖或7%聚乙烯吡咯酮(PVP)等稳定剂,以提高培养基的渗透压。同时还需要加入人或马血清。L型细菌生长较缓慢,一般培养2~7 d后在软琼脂平板上形成中间较厚、四周较薄的荷包蛋样细小菌落。此外,L型菌尚有颗粒型和丝状型两种类型。

人工诱导或自然情况下,细菌L型在体内或体外均能产生。细菌L型可引起多组织的间质性炎症。细菌变为L型在形态、培养特性均发生了改变,可导致对患者误诊。临床遇有症状明显而标本常规细菌培养阴性者,应考虑作细菌L型的培养。

(2)细胞膜(cell membrane) 或称胞质膜,位于细胞壁内侧,细菌胞浆外侧的具有弹性的半渗透

性脂质双层生物膜。主要由磷脂及蛋白质构成,不含胆固醇。细胞膜有渗透和运输作用、细胞呼吸作用、生物合成作用和参与细胞分裂的作用。

中介体(mesosome)是细胞膜向胞浆凹陷折叠成的囊状物。与细胞的分裂、呼吸、胞壁合成和芽孢形成有关。横隔中介体与核质相连,与细菌分裂有关;中介体扩大了细胞膜的表面积,相应地增加呼吸酶的含量,可为细菌提供大量能量,有拟线粒体(chondroid)之称,中介体多见于革兰阳性菌。

(3)细胞质(cytoplasm) 是细胞膜内的无色透明胶状物,是细菌新陈代谢的重要场所。

①核糖体(ribosome):沉降系数为 70S,70%为 RNA,30%为蛋白质,是合成蛋白质的场所。细菌核糖体由 50S 和 30S 两个亚基组成。链霉素能与细菌核糖体的 30S 亚基结合,红霉素能与 50S 亚基结合,从而干扰细菌蛋白质的合成而导致细菌的死亡;真核细胞的核糖体为 80S,因此上述药物对人体细胞无影响。

②质粒(plasmid):是染色体外遗传物质,为双股环状 DNA。分子量比染色体小,可携带某些遗传信息,例如耐药因子、细菌素及性菌毛的基因均编码在质粒上。质粒能进行独立复制,失去质粒的细菌仍能正常存活。质粒可通过接合、转导等作用将有关性状传递给另一细菌。

③胞浆颗粒(cytoplasmic granules):大多数为营养贮藏物,较为常见的是贮藏高能磷酸盐的异染颗粒。根据异染颗粒的形态及位置,可以鉴别细菌。

(4)核质(nuclear material) 为裸露的 DNA,无核膜,无组蛋白包绕,是细菌的遗传物质,决定细菌的遗传特征,具有染色体功能,又称细菌染色体。

4. 细菌的特殊结构

包括荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢。

(1)荚膜(capsule) 某些细菌胞壁外围绕一层较厚的黏性、胶冻样物质,其厚度在 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上,普通显微镜可见,与四周有明显界限,称为荚膜,如肺炎链球菌。其厚度在 $0.2\ \mu\text{m}$ 以下者,在光学显微镜下不能直接看到,必须以电子显微镜或免疫学方法才能证明,称为微荚膜(microcapsule),如溶血性链球菌的 M 蛋白、伤寒沙门菌的 Vi 抗原及大肠埃希菌的 K 抗原等。大多数细菌(如肺炎链球菌、脑膜炎奈瑟菌等)的荚膜由多糖组成,少数细菌的荚膜为多肽(如炭疽芽孢杆菌荚膜为 D-谷氨酸的多肽)或是糖和蛋白的复合物。荚膜不易着色。细菌一般在机体内和营养丰富的培养基中才能形成荚膜。荚膜具有抗原性,可作为分型的依据。

荚膜的功能:鉴别细菌;抗吞噬作用;抗有害物质的损伤作用;黏附作用。

(2)鞭毛(flagellum) 在许多细菌菌体上具有细长而弯曲的丝状物,称为鞭毛,是细菌的运动器官。鞭毛的长度常超过菌体若干倍。不同细菌的鞭毛数目、位置和排列不同,依其可将细菌分为单毛菌、双毛菌、丛毛菌、周毛菌。鞭毛蛋白有很强的抗原性,通常称为 H 抗原,对某些细菌的鉴定、分型及分类具有重要意义。

(3)菌毛(pilus) 是许多革兰阴性菌和少数革兰阳性菌菌体表面遍布的比鞭毛更为细、短、直、硬、多的丝状蛋白附属器。其化学组成是菌毛蛋白(pilin),具有抗原性。菌毛与运动无关,在光学显微镜下看不见,使用电子显微镜才能观察到。菌毛可分为普通菌毛和性菌毛两种。

①普通菌毛数目多,是细菌的黏附结构,与细菌的致病性有关,菌毛的黏附是某些细菌入侵人体感染致病的第一步。

②性菌毛仅见于少数革兰阴性菌,数量少,一个菌只有 1~4 根,比普通菌毛长而粗,中空呈管状。由质粒携带的一种致育因子(fertility factor)的基因编码,带有性菌毛的细菌称为 F^+ 菌或雄性菌,无菌毛的细菌称为 F^- 菌或雌性菌,参与 F 质粒的接合传递。

(4)芽孢(spore) 在一定条件下,芽孢杆菌属(如炭疽芽孢杆菌)及梭状芽孢杆菌属(如破伤风梭菌、产气荚膜梭菌等)能在菌体内形成一个折光性很强的不易着色小体,称为内芽孢(endospore),简称芽孢。

芽孢的形成受遗传因素的控制和环境因素的影响,其形成条件因菌种而异,如炭疽芽孢杆菌须在



有氧条件下才能形成芽孢,而破伤风梭菌则相反。一般只在动物体外才能形成,并受环境影响,当营养缺乏,特别是碳源、氮源或磷酸盐缺乏时,容易形成芽孢。芽孢并非细菌的繁殖体,而是细菌的休眠状态。芽孢含水量少(约40%),蛋白质受热不易变性。成熟的芽孢具有多层膜结构,有保护作用,能阻止化学品和有害物质渗入。芽孢核心和皮质层中含有大量特有的吡啶二羧酸(dipicolinic acid, DPA),使芽孢的酶类具有很高的稳定性。芽孢的大小、形状和在菌体内的位置随菌种而异,对鉴别细菌有重要意义。芽孢的抵抗力强,杀灭芽孢最可靠的方法是高压蒸汽灭菌。当进行消毒灭菌时往往以芽孢是否被杀死作为判断灭菌效果的指标。

5. 细菌的理化性状与新陈代谢

细菌能独立生活,分两种营养类型:以简单无机物为原料的自养菌;需要利用有机物的异养菌。有机物来自活的宿主称寄生菌,有机物来自尸体或腐败食物等称腐生菌。

(1)细菌的理化性状 ①物理性状:半透明;相对表面积大,代谢活跃;有带电现象;具有半透性;菌内渗透压高。②化学组成:水、无机盐、蛋白质、糖类、脂质和核酸等,还有原核细胞特有的肽聚糖、磷壁酸、胞壁酸、吡啶二羧酸、D型氨基酸、二氨基庚二酸等。

(2)细菌的新陈代谢与能量转换 细菌的代谢过程以胞外酶水解外环境中的营养物质开始,经主动或被动转运机制进入胞质内。将多糖、蛋白质等大分子营养物质分解为单糖、小肽或氨基酸,然后吸收进入菌体,再经氧化或胞内酶分解形成菌体可利用的成分,此谓细菌的分解代谢。细菌以营养原料及生物氧化产生的能量,合成菌体及相应的代谢产物,此谓合成代谢,将两者紧密联系在一起称为中间代谢。

1)细菌的能量代谢:

细菌代谢所需能量,绝大多数是通过生物氧化作用而获得。生物氧化即在酶的作用下生物细胞内所发生的系列氧化还原反应。以无机物为受氢体的生物氧化过程,称为呼吸,其中以分子氧为受氢体的称需氧呼吸,而以无机化合物(如硝酸盐、硫酸盐)为受氢体的称厌氧呼吸;以各种有机物为受氢体的称为发酵。致病菌获得能量的基质主要是糖类,通过糖的氧化或酵解释放能量,以高能磷酸键的形式(ADP、ATP)储存能量。

生物氧化类型	受氢体	需氧情况	产生能量(1分子葡萄糖)
需氧呼吸	分子氧	需氧	38个ATP
厌氧呼吸	无机化合物	厌氧	
发酵	有机化合物	厌氧	2个ATP

2)细菌分解代谢产物:

细菌的分解代谢产物因各种细菌具备的酶不完全相同,而有所差异。代谢产物可通过生化试验的方法检测,通常称为细菌的生化反应。

①糖发酵试验:细菌对各种糖的分解能力及代谢产物不同,可借以鉴别细菌。

②吲哚(indol, I)试验:有些细菌(如大肠埃希菌、变形杆菌等)可分解色氨酸生成吲哚,若加入二甲氨基苯甲醛,与吲哚结合,形成玫瑰吲哚,呈红色,称吲哚试验阳性。

③甲基红(methyl red, M)试验:产气杆菌使丙酮酸脱羧后形成中性产物,培养液 pH>5.4,甲基红指示剂呈橘黄色,为甲基红试验阴性,大肠埃希菌分解葡萄糖产生丙酮酸,培养液呈酸性 pH<5.4,指示剂甲基红呈红色,称甲基红试验阳性。

④VP试验:大肠埃希菌与产气杆菌均分解葡萄糖,为区分两菌可采用VP试验及甲基红试验。产气杆菌能使丙酮酸脱羧、氧化(在碱性溶液中)生成二乙酰,后者可与含胍基的化合物反应,生成红色化合物,称VP试验阳性。大肠埃希菌VP试验阴性。

⑤枸橼酸盐利用(citrate utilization, C)试验:能利用枸橼酸盐作为惟一碳源的细菌如产气杆菌,能