



全国中等卫生职业教育规划教材

供中等卫生职业教育各专业使用

TM
案例版

病原生物与免疫学基础

主编 路转娥 刘建红



科学出版社

www.sciencep.com

全国中等卫生职业教育规划教材

案例版TM

供中等卫生职业教育各专业使用

病原生物与免疫学基础

主 编 路转娥 刘建红

副主编 张仙芝 李三兰 常冰梅

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

曹皓舒 常冰梅 樊丽萍 冯晓琴

李三兰 梁永庆 刘建红 路转娥

张仙芝 张艳红 赵春鑫

科 学 出 版 社

· 版权所有 侵权必究 ·

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

内 容 简 介

本书是全国中等卫生职业教育规划教材。全书共10章,主要讲述医学微生物学和人体寄生虫学的基本知识,常见病原生物及所致疾病,医学免疫学的基本原理及临床应用,并安排了24项实验增强学生实践动手能力。文中插入旨在开阔视野的、生动活泼的“链接”,以及与临床结合的典型案例,同时将一些微观和抽象的机制、过程、结果用示意图和模式图的形式表示,处处体现科学性和趣味性的有机结合,力求使抽象的知识形象化,更加贴近学生、贴近生活。每章(节)前有目标,后附有目标检测,教材内容简明、生动,图文表并茂,版式新颖、活泼,易学、易懂、实用。

本书适合中等卫生职业学校护理、助产、药剂、检验、卫生保健、康复、口腔工艺、影像技术等相关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

病原生物与免疫学基础 / 路转娥, 刘建红主编. —北京: 科学出版社, 2010

全国中等卫生职业教育规划教材: 案例版

ISBN 978-7-03-026329-2

I. 病… II. ①路… ②刘… III. ①病原微生物-专业学校-教材 ②医药学: 免疫学-专业学校-教材 IV. R37 R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 001092 号

策划编辑: 裴中惠 / 责任编辑: 裴中惠 / 责任校对: 张怡君

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年1月第一版 开本: 850×1168 1/16

2010年1月第一次印刷 印张: 10 3/4 彩页: 2

印数: 1—11 000 字数: 285 000 0

定价: 19.50 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

目 录

绪论	(1)
第1章 微生物概述	(2)
第1节 微生物的概念及种类	(2)
第2节 微生物与人类的关系	(3)
第3节 微生物学与医学微生物学	(3)
第2章 细菌概述	(5)
第1节 细菌的形态和结构	(5)
第2节 细菌的生长繁殖与变异	(10)
第3节 细菌与外界环境	(15)
第4节 细菌的致病性与感染	(20)
第3章 免疫学基础	(26)
第1节 概述	(26)
第2节 抗原	(27)
第3节 免疫系统	(31)
第4节 免疫球蛋白	(35)
第5节 免疫应答	(40)
第6节 抗感染免疫	(45)
第4章 临床免疫	(50)
第1节 超敏反应	(50)
第2节 免疫学检测	(56)
第3节 免疫学防治	(59)
第5章 常见病原菌	(63)
第1节 化脓性球菌	(63)
第2节 肠道杆菌	(68)
第3节 弧菌属	(72)
第4节 厌氧性细菌	(74)
第5节 分枝杆菌属	(77)
第6节 其他病原性细菌	(81)
第6章 病毒概述	(83)
第1节 病毒的基本性状	(83)
第2节 病毒的致病性与免疫性	(86)
第3节 病毒感染的检查和防治原则	(88)
第7章 常见病毒	(91)
第1节 呼吸道病毒	(91)
第2节 肠道病毒	(94)
第3节 肝炎病毒	(95)
第4节 人类免疫缺陷病毒	(97)
第5节 其他病毒	(98)

第8章 其他微生物	(104)
第1节 支原体	(104)
第2节 衣原体	(105)
第3节 立克次体	(106)
第4节 螺旋体	(107)
第5节 放线菌	(109)
第6节 真菌	(109)
第9章 人体寄生虫学概述	(113)
第1节 寄生现象与生活史	(113)
第2节 寄生虫与宿主的相互关系	(114)
第3节 寄生虫病的流行与防治原则	(115)
第4节 人体寄生虫学的研究内容	(116)
第10章 常见人体寄生虫	(119)
第1节 似蚓蛔线虫	(119)
第2节 钩虫	(121)
第3节 蠕形住肠线虫	(124)
第4节 华支睾吸虫	(125)
第5节 日本裂体吸虫	(127)
第6节 链状带绦虫	(129)
第7节 溶组织内阿米巴	(132)
第8节 阴道毛滴虫	(134)
第9节 疟原虫	(135)
第10节 刚地弓形虫	(138)
实验指导	(142)
实验目的及实验室规则	(142)
实验1 细菌的形态和结构观察	(142)
实验2 细菌的人工培养	(144)
实验3 细菌的分布与消毒灭菌	(147)
实验4 免疫学实验	(148)
实验5 常见病原菌实验	(151)
实验6 病毒及其他微生物实验	(152)
实验7 常见人体寄生虫实验	(153)
参考文献	(156)
病原生物与免疫学基础教学大纲	(157)
目标检测选择题参考答案	(162)
彩图	

绪 论

本课程由病原生物学与免疫学基础两部分组成。

自然界中生物种类繁多,有些生物可以引起人类相应疾病,如结核分枝杆菌引起结核、流感病毒引起流感、梅毒螺旋体引起梅毒、蛔虫引起蛔虫病……这些就是病原生物。有些病原生物引起非常严重的疾病,如获得性免疫缺陷综合征(艾滋病)、I号病鼠疫和II号病霍乱以及疟疾、血吸虫病等。为了保障人类健康,我们必须学习和认识病原生物,并找出消灭和控制病原生物的方法。

有些人和传染病人接触后并没有生病,有些人患轻微的传染病后可以自愈,这都是因为我们具有抵抗力即免疫力。有些人在使用青霉素以后发生过敏性休克,还有些人对花粉、鱼、虾等过敏,这是因为发生了异常的免疫反应。我们接种各种疫苗,是为了预防相应传染病提高免疫力。为了更有效地对抗各种感染,防治免疫性疾病,我们就要学习免疫学知识,利用免疫学原理造福于人类。

一、病原生物学的内容与学习目的

病原生物指引起人类和动植物疾病的生物,如病原菌、病毒、蛔虫、血吸虫等,又称为病原体,包括病原微生物和人体寄生虫两大部分。

病原生物学是研究与医学有关的微生物和寄生虫与人体相互作用规律的科学,由医学微生物学和人体寄生虫学两大学科组成。学习内容包括人类病原生物的生物学特性、致病性与免疫性、特异性诊断和防治方法等。

学习病原生物学的目的是掌握、运用其基本理论、基本知识和基本技能,控制和消灭感染性疾病以及与之有关的免疫性疾病,为深入学习基础医学、临床医学和预防医学奠定基础。

二、免疫学的内容与学习目的

免疫指机体免疫系统识别和排除抗原性异物如病原菌、病毒、寄生虫、肿瘤细胞等的功能。

免疫学是研究机体免疫系统的组成和功能、免疫应答的过程和结果、免疫性疾病的发生机制、临床常见类型以及诊断和防治的一门科学。作为一门医学基础课,主要学习免疫学的基本理论知识和技术,故称为免疫学基础。

学习免疫学基础的目的是应用有关理论知识,解释临床常见的免疫现象和免疫性疾病的发生机制,了解如何诊断和防治免疫性疾病,同时为学习其他医学课程做好知识铺垫。

(路转娥)

第1章

微生物概述

学习目标

1. 解释微生物、病原微生物的概念
2. 列出微生物的种类
3. 说出微生物与人类的关系

自然界中存在着各种各样的动物、植物,还有许许多多我们肉眼不能直接看到的微小生物——微生物。这些微生物和我们人类关系密切,有些甚至与人终生相伴,那么,它们对人类有益还是有害?微生物的家族庞大吗?让我们一起去探索有关微生物的奥秘吧!

生活中的微生物

当我们品尝各种美味的时候,你知道面包、馒头、醋、味精、酒等都是微生物赋予我们的吗?食品变质、衣物潮湿发霉、龋齿发生……这些都是微生物在发挥作用;当我们吃了一些不干净的食物或者饭前便后不洗手,容易拉肚子,你可知道这也是微生物在捣鬼吗?流感、艾滋病、结核等严重危害人类健康的传染病,其罪魁祸首也是微生物。微生物几乎无时无刻不在,和我们的生活息息相关,它们虽然体积微小,却在整个自然界中有着举足轻重的作用,影响着几乎所有的生命。

链接

第①节 微生物的概念及种类

一、微生物的概念

微生物是广泛存在于自然界中肉眼不能直接看到,必须借助显微镜才能观察到的一大群微小生物。

微生物的主要特点可以概括为五个方面:①体积微小;②结构简单;③种类繁多;④分布广泛;⑤容易变异。

二、微生物的种类

微生物种类繁多,按其结构、组成等的不同,可分为三型八类(图1-1):

1. 非细胞型微生物 是最小的微生物,需要用电子显微镜观察。无典型细胞结构,没有产生能量的酶系统,只能在活的易感细胞内增殖,如病毒。

2. 原核细胞型微生物 没有典型的细胞核,只有原始核,没有核膜和核仁,缺乏完整的细胞器。包括细菌、放线菌、衣原体、支原体、立克次体、螺旋体。

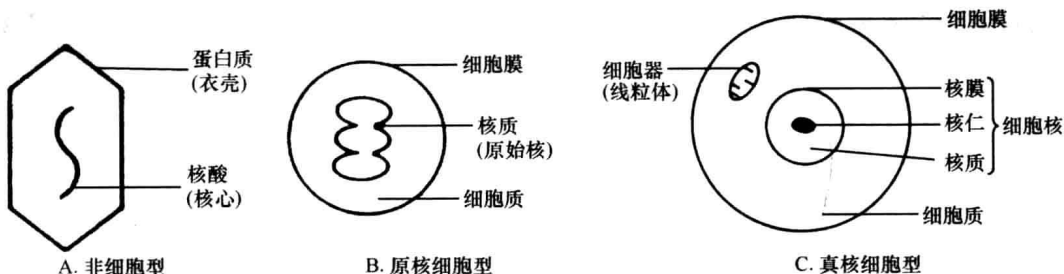


图 1-1 三种类型微生物结构模式图

3. 真核细胞型微生物 细胞核分化程度高,有核膜和核仁,细胞器完整,如真菌。

第2节 微生物与人类的关系

微生物在自然界中分布广泛,土壤、空气、水、人和动物的体表以及与外界相通的腔道中,都存在着不同种类和数量的微生物。

一、微生物对人类的作用

绝大多数微生物对人和动、植物是有益的,有些是必需的。微生物参与自然界中的物质循环,如土壤中的微生物能将死亡动、植物的蛋白质转化为含氮的无机化合物,供植物生长需要。微生物在维持自然界生态平衡方面发挥着重要作用。

微生物在各行各业都被广泛应用。农业方面应用微生物制造菌肥、植物生长激素等。工业方面微生物广泛应用于食品、冶金、皮革、化工、石油等行业;在医药卫生方面,利用微生物生产抗生素、维生素等;环保方面用微生物降解污水中的有机磷、氰化物等有害物质。近年来,微生物在基因工程技术中作用突出,提供了多种工具酶和基因载体生产需要的生物制品,如胰岛素、干扰素等。

二、微生物对人类的危害

少数微生物能引起人类和动、植物发生疾病,这些具有致病作用的微生物称为病原微生物或致病微生物,如引起流感的流感病毒等。

第3节 微生物学与医学微生物学

一、微生物学

微生物学是生物学的一个分支,主要研究微生物的形态、结构、生命活动规律,以及微生物与自然界、人类、动植物间相互关系的科学。

微生物学又有许多分支学科,如普通微生物学、工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学等。

微生物是谁发现的?

首先看到微生物的是荷兰人列文虎克(图1-2),他生于荷兰德尔夫特市。他在少年当学徒时,就学会了磨制镜片技术。1676年,他用自己制造的放大266倍的原始显微镜检查了污水、牙垢、粪便等,看到了数不清的微小生物,并正确地描述了它们的形态,为微生物世界的存在提供了科学依据。他将观察结果报告给英国皇家学会,这个发现轰动了世界。1680年,他当选为在世界科技界颇具权威的英国皇家学会会员,肯定了他第一个打开微生物世界大门的伟大贡献。



图1-2 安东尼·列文虎克

链接

二、医学微生物学

医学微生物学是研究与医学有关的病原微生物的生物学特性、致病性与免疫性、特异性诊断和防治措施等内容的一门学科。学习目的是控制和消灭感染性疾病以及与之有关的免疫性疾病,并为学习其他医学课程奠定基础。

小结

微生物是广泛存在于自然界中肉眼不能直接看到,必须借助显微镜才能观察到的一大群微小生物。微生物可分为三型八类(表1-1)。绝大多数微生物对人类是有益的甚至是必需的,但也有少数微生物可引起人类和动、植物的疾病,称为病原微生物。

小结

表 1-1 三大型微生物的比较

类 型	特 点	种 类
非细胞型 微生物	无完整的细胞结构, 只在活细胞内增殖	病毒
原核细胞型 微生物	仅有原始核,缺乏完 整的细胞器	细菌、放线菌、衣原 体、支原体、立克 次体、螺旋体
真核细胞型 微生物	有典型的细胞核,有 完整的细胞器	真菌

目 标 检 测

一、名词解释

1. 微生物 2. 病原微生物

二、填空题

1. 病毒属_____型微生物,真菌属_____型微生物。

2. 微生物可分为八大类,即_____、_____、
_____、_____、_____、
_____和_____。

三、单选题

1. 不属于原核细胞型微生物的是
A. 细菌 B. 病毒
C. 衣原体 D. 支原体
E. 放线菌
2. 有关原核细胞型微生物错误的描述是
A. 细胞核分化程度高
B. 缺乏完整的细胞器
C. 无核膜和核仁
D. 仅有原始核
E. 包括放线菌

四、简答题

1. 何谓微生物? 分几大类?
2. 微生物与人类的关系如何?

(梁永庆)

第2章

细菌概述

第1节 细菌的形态和结构

学习目标

1. 描述细菌的大小和形态
2. 比较革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁
3. 简述细菌特殊结构及其医学意义
4. 说出革兰染色法的步骤和意义

细菌是一类有细胞壁和原始核,除核糖体外无其他细胞器的原核细胞型微生物。了解细菌的形态和结构对研究细菌的致病性、免疫性、细菌性感染的诊断和防治等均有重要意义。

一、细菌的大小和形态

(一) 细菌的大小

细菌体积微小,需在普通光学显微镜下放大800~1000倍方能看到。通常以微米(μm)

为测量单位。不同种类的细菌大小不一,同一种细菌也因菌龄和环境因素的影响而有差异。一般来说,球菌的直径为 $1\mu\text{m}$ 左右,不同杆菌的大小、长短、粗细很不一致。大杆菌如炭疽芽孢杆菌长 $3\sim 10\mu\text{m}$,小杆菌如布鲁菌长仅 $0.6\sim 1.5\mu\text{m}$ 。

(二) 细菌的形态

细菌形态多样,但大致可归纳为球形、杆形和螺旋形三种基本形态(图2-1),由此可把细菌分为球菌、杆菌和螺形菌。

1. 球菌 菌体呈球形或近似球形,根据分裂平面和分裂后排列方式的不同,可把球菌分为双球菌、链球菌和葡萄球菌等。①双球菌:细菌在一个平面上分裂,分裂后菌体成对排列,如脑膜炎奈瑟菌;②链球菌:细菌在一个平面上分裂,分裂后多个菌体成链状排列,如乙型溶血性链球菌;③葡萄球菌:细菌在多个不规则的平面上分裂,分裂后菌体无规则地堆积在一起似葡萄串状,如金黄色葡萄球菌。



图2-1 细菌的基本形态示意图

2. 杆菌 菌体呈杆状或近似杆状。杆菌形态多呈直杆状,也有菌体稍弯;菌体两端多呈钝圆形,少数两端平齐或两端尖细;有的杆菌末端膨大成棒状,称棒状杆菌;有的菌体短小,近似椭圆形称球杆菌;多数杆菌呈分散排列,也有的杆菌呈链状排列称链杆菌;有的杆菌呈分枝生长趋势,故称分枝杆菌。

3. 螺形菌 菌体呈弯曲状。只有一个弯

曲,形似弧形的称为弧菌,如霍乱弧菌;有数个弯曲的称为螺菌,如鼠咬热螺菌;有的菌体细长弯曲呈弧形或螺旋形,称为螺杆菌,如幽门螺杆菌。

二、细菌的结构

细菌的结构(图2-2)可分为基本结构和

特殊结构。各种细菌都具有的结构叫基本结构,包括细胞壁、细胞膜、细胞质和核质,仅某

些细菌具有的或在一定条件下才形成的结构叫特殊结构,包括鞭毛、菌毛、荚膜和芽孢。

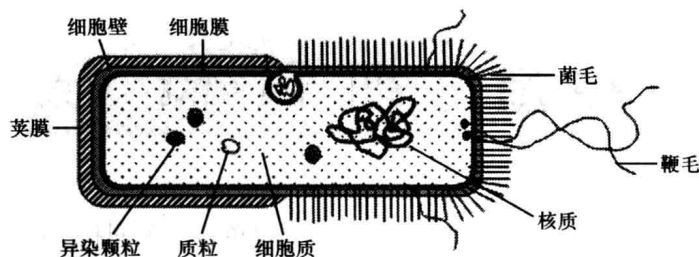


图 2-2 细菌细胞结构模式简图

(一) 细菌的基本结构

1. 细胞壁 位于细菌基本结构的最外层,包绕在细胞膜的周围,是一种坚韧而有弹性的膜状结构。其组成较复杂,随不同细菌而异(图 2-3)。

(1) 细胞壁的功能:维持菌体的固有形态;保护细菌抵抗低渗环境;与细胞膜共同参与菌体内外的物质交换;菌体表面有多种抗原,决定菌体的抗原性。

(2) 细胞壁的结构和组成:用革兰染色法可将细菌分为两大类,革兰阳性菌(G^+ 菌)和革兰阴性菌(G^- 菌)。两类细菌细胞壁的结构和组成差异较大。

构和组成差异较大。

肽聚糖:又叫黏肽,是细菌细胞壁的特有成分。革兰阳性菌和革兰阴性菌所含肽聚糖结构有异同:革兰阳性菌的肽聚糖由聚糖骨架、四肽侧链和五肽桥三部分组成,革兰阴性菌的肽聚糖仅由聚糖骨架和四肽侧链两部分组成。

革兰阳性菌细胞壁的组成:由肽聚糖和磷壁酸组成,厚度为 20 ~ 80nm。其中含肽聚糖 15 ~ 50 层,占细胞壁干重的 50%~80%;磷壁酸穿插于肽聚糖层中,是革兰阳性菌的特有成分,其抗原性很强,是革兰阳性菌的重要表面抗原。某些细菌(如 A 族链球菌)的磷壁酸具有黏附宿主细胞的功能,与细菌的致病性有关。

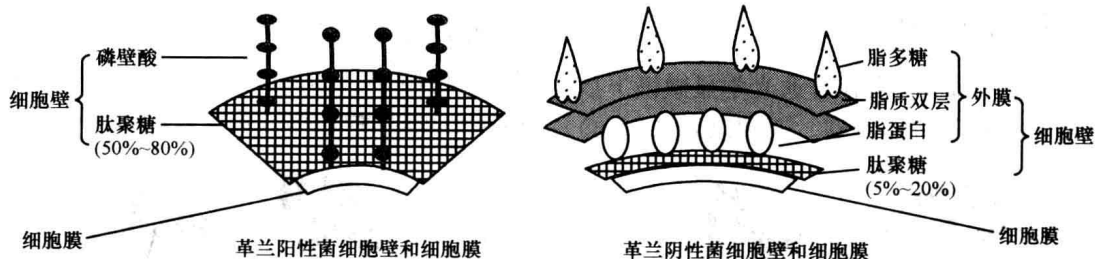


图 2-3 细菌细胞壁结构模式图

革兰阴性菌细胞壁的组成:由肽聚糖和外膜组成,厚度为 10 ~ 15nm。其中含肽聚糖 1 ~ 2 层,占细胞壁干重的 5%~20%;外膜由脂蛋白、脂质双层和脂多糖三部分组成。脂质双层的结构类似细胞膜,脂质双层内镶嵌有脂蛋白。由脂质双层向细胞外伸出的是脂多糖(LPS)。脂多糖是革兰阴性菌的内毒素。

革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁结构显著不同(表 2-1),导致这两类细菌在染色性、抗原性、致病性和对药物的敏感性等方面有很大差异。

表 2-1 革兰阳性菌与阴性菌细胞壁结构比较

细胞壁	革兰阳性菌	革兰阴性菌
强度	较坚韧	较疏松
肽聚糖层数	约 50 层	1 ~ 2 层
肽聚糖含量	占细胞壁干重的 50% ~ 80%	占细胞壁干重的 10% ~ 20%
磷壁酸	+	-
外膜	-	+

(3) 了解细菌细胞壁结构的意义:肽聚糖是保证细菌细胞壁机械强度十分坚韧的化学成分,凡能破坏肽聚糖结构或抑制其合成的物

质,均能损伤细胞壁而使细菌变形或裂解。例如,青霉素和溶菌酶能破坏革兰阳性菌的肽聚糖,导致细菌溶解死亡。人与动物的细胞无细胞壁,也无肽聚糖,故青霉素和溶菌酶对人体细胞均无毒性作用。

细菌细胞壁缺陷型 (细菌 L 型)

细菌细胞壁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时,成为细胞壁缺损细菌。这种细胞壁受损的细菌,在高渗环境中仍可存活称为细菌 L 型。革兰阳性菌细胞壁缺失后,原生质仅被一层细胞膜包住,称为原生质体;革兰阴性菌肽聚糖层受损后还有外膜保护,称为原生质球。细菌的 L 型因失去细胞壁形态呈多形性,有球状、杆状和丝状等;细菌 L 型一般生长缓慢,2~7 天后方可形成中间厚四周薄的“油煎蛋”小菌落。某些细菌的 L 型仍有致病能力,在临床上可引起慢性感染,如尿路感染、骨髓炎、心内膜炎等疾病,但常规细菌学检查结果阴性。因此,临床上遇有症状明显而标本常规培养为阴性时,应考虑细菌 L 型感染的可能性,宜作细菌 L 型的专门检验。需要指出的是,临床上使用那些作用于细胞壁的抗菌药物进行治疗时,常易使感染菌发生 L 型变异。

链接

2. 细胞膜 是位于细胞壁内侧,包裹细胞质的一层半透膜。其结构与真核细胞相似,主要由磷脂双层结构及镶嵌蛋白组成。细胞膜的功能主要有维持细胞内外物质交换、呼吸作用、生物合成作用、参与细菌的分裂等。

3. 细胞质 是细胞膜包裹的溶胶状物质,是细菌新陈代谢的主要场所。其基本成分是水、蛋白质、脂类、核酸及少量糖和无机盐,此外还有多种功能性超微结构。

(1) 核糖体:是细菌合成蛋白质的场所,数量可达数十万个。细菌核糖体与真核生物的核糖体不同,有些抗生素如链霉素、红霉素能与原核细胞型微生物核糖体结合,干扰其蛋白质合成,起抗菌作用,但对人体细胞无影响。

(2) 质粒:存在于细胞质中染色体外的遗传物质,为闭合环状的双链 DNA,控制细菌某些特定的遗传性状。质粒能独立自主复制,随细菌的分裂转移到子代细胞中。质粒并非细菌生命活动必须的遗传物质。质粒还可在细菌间传递。医学上重要的质粒有产生性菌毛

的 F 质粒、决定耐药性的 R 质粒、使大肠埃希菌产生细菌素的 Col 质粒等。

(3) 胞质颗粒:是细胞质中存在的多种内含颗粒,大多数为营养储藏物。有些细菌含有多聚偏磷酸盐颗粒,因其嗜碱性较强,用美蓝染色着色较深,与细菌其他部分的颜色不同,故称异染颗粒,可作为鉴别细菌(如白喉棒状杆菌)的依据。

4. 核质 是细菌的遗传物质。没有核膜、核仁,故称为核质或拟核。核质是由一条裸露的双股环状 DNA 分子组成,另外还含有少量 RNA、RNA 聚合酶及蛋白质。控制细菌的各种遗传性状。

(二) 细菌的特殊结构

1. 鞭毛 是某些细菌的菌体上附着的细长呈波状弯曲的丝状物。为细菌的运动器官。长约 5~20 μm ,但直径很纤细,一般经特殊染色法使鞭毛增粗后可在普通光学显微镜下看到。

鞭毛的化学组成为蛋白质,有很强的抗原性,鞭毛抗原称 H 抗原。

根据鞭毛的数目及部位可将鞭毛菌分成四类:单毛菌如霍乱弧菌;双毛菌如空肠弯曲菌;丛毛菌如铜绿假单胞菌;周毛菌如伤寒沙门菌(图 2-4)。

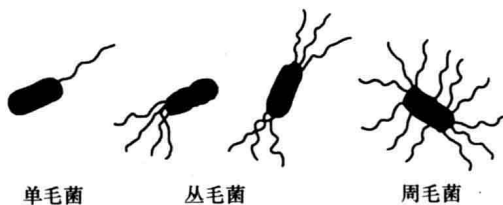


图 2-4 细菌鞭毛的类型

根据细菌有无鞭毛、鞭毛的数量、部位及其抗原特异性对细菌鉴定和分类很有意义。有些细菌的鞭毛与细菌致病性有关。

2. 菌毛 是许多革兰阴性菌表面比鞭毛细、短且直的丝状物。菌毛在普通光学显微镜下不可见,只有用电子显微镜方能观察到。菌毛的化学成分为蛋白质,菌毛蛋白具有抗原性。

根据菌毛的功能可将其分为普通菌毛和性菌毛。

(1) 普通菌毛:数目多,每个细菌可有数

百根,遍布菌体表面。普通菌毛是细菌的黏附结构,可黏附于包括人与动物的红细胞和消化道、呼吸道等黏膜上皮细胞等多种细胞上。黏附的细菌可在黏附处定植,进而入侵引起感染,故与细菌的致病性有关。

(2) 性菌毛:仅见于少数革兰阴性菌。数量少,一个细菌只有1~4根。比普通菌毛长且粗,中空呈管状。性菌毛由F质粒编码,在细菌接合时,可通过性菌毛传递遗传物质(如质粒)。

3. 荚膜 是某些细菌胞壁外包绕的一层厚度约200nm,在普通光学显微镜下清晰可见的黏液性物质(图2-5)。荚膜不易着色,若用普通染色法只能在光学显微镜下看到菌体周围有未着色的透明圈。如用特殊染色法可使荚膜显现更为清楚。荚膜一般在动物体内和营养丰富的培养基中才能形成。

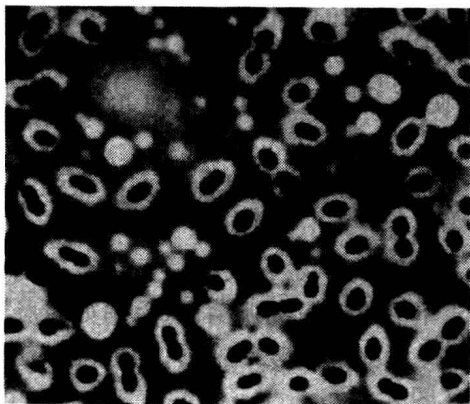


图2-5 细菌的荚膜

荚膜的化学组成随菌种而异。大多数细菌的荚膜由多糖组成,如肺炎链球菌;少数细菌为多肽,如炭疽芽孢杆菌。荚膜具有抗原性,可作为鉴别细菌及细菌分型的依据。荚膜有抵抗宿主吞噬细胞的吞噬作用,故与细菌的致病性有关。

4. 芽孢 是某些细菌在特殊的环境条件下,胞浆脱水浓缩,在菌体内形成一个圆形或卵圆形的具有多层膜结构的小体。芽孢保留了细菌生存必须的核质和完整的酶系统。芽孢形成后,菌体成为空壳,逐渐崩解消失,芽孢随之脱落游离出来。一般认为,芽孢是细菌的休眠状态,代谢缓慢,营养要求低,无繁殖能力。但遇到适宜环境,芽孢可吸水膨胀重新发育为有繁殖能力的新菌体,因此,未形成芽孢

的菌体称为繁殖体。不同细菌其芽孢的大小、形状和在菌体内的位置不同,对鉴别细菌有重要意义(图2-6)。

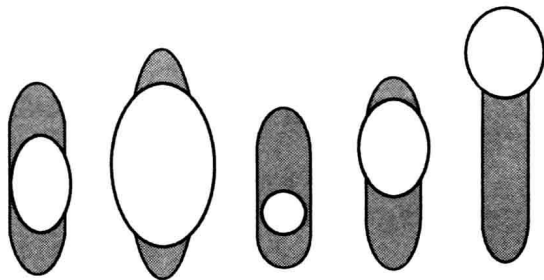


图2-6 细菌芽孢的形态、大小与位置

成熟的芽孢由多层膜结构组成,由内向外依次是核心、内膜、芽孢壁、皮质、外膜芽孢壳、外壁。芽孢的折光性很强,壁厚,通透性低,不易着色。一般染色法只能在普通光镜下观察到在菌体内有未着色的芽孢,需经特殊染色法才能使芽孢着色。

芽孢对热、干燥、辐射及消毒剂有很强的抵抗力,在自然界能存活几年甚至几十年,有的芽孢耐煮沸数小时。一旦芽孢污染用具、敷料、手术器械等,用一般物理化学方法不易将其杀死,故常以杀死芽孢作为灭菌彻底的指标。高压蒸汽灭菌法是杀灭芽孢的最有效方法。

三、细菌形态检查法

(一) 不染色标本检查法

细菌不经染色,直接放在普通光学显微镜或暗视野显微镜下观察其生活状态,可观察细菌的运动和繁殖等,常用方法有压滴法和悬滴法。

(二) 染色标本检查法

1. 单染色法 只用一种染料使细菌着色,所有细菌都被染成一种颜色,可显示细菌的形态、排列和大小。

2. 复染色法 用两种或两种以上染料染色,可使不同细菌着不同颜色。可观察细菌的形态、排列和大小,并鉴别细菌。常用的有革兰染色法和抗酸染色法。

细菌的物理性状

细菌主要的物理性状有:

1. 细菌为无色半透明小体,当光线照射至细菌,部分被吸收,部分被折射,因此细菌悬液呈浑浊状态,菌数越多浊度越大。

2. 细菌体积微小,表面积大,有利于物质交换,故细菌代谢旺盛,繁殖快。

3. 细菌有带电现象,革兰阳性菌等电点(pI)为2~3,革兰阴性菌为4~5,故在中性或弱碱性环境中细菌带负电。

4. 半透性,细菌的细胞壁和细胞膜都具半透性,有利于水及小分子营养物质的吸收和代谢产物的排出。

5. 菌体内因含高浓度营养物质和无机盐而有较高内渗透压,如革兰阳性菌为20~25大气压(1大气压=101.325kPa),革兰阴性菌为5~6大气压。细菌生长环境常为低渗,但有细胞壁的保护不致崩裂。

链接

(1) 革兰染色法:革兰染色法的步骤:①用甲紫初染;②碘液媒染;③95%乙醇溶液脱色;④用稀释复红复染。结果:紫色为革兰阳性菌,红色为革兰阴性菌。革兰染色法具有重要的

实际意义:①鉴别细菌:它将所有的细菌分成革兰阳性菌和革兰阴性菌两大类,便于初步识别细菌;②选择用药:革兰阳性菌和革兰阴性菌对抗生素和化学疗剂的敏感性不同,临床上可根据病原菌的革兰染色性,选择有效药物进行治疗;③致病特点:大多数革兰阳性菌主要以外毒素致病,大多数革兰阴性菌主要以内毒素致病。

记一记

革兰染色与抗酸染色助记歌谣:

革阳像男爱紫蓝,革阴似女喜红衫;

抗酸染色正相反,阳是红来阴是蓝。

链接

(2) 抗酸染色法:先用苯酚复红加温染色,再用3%盐酸乙醇溶液脱色,最后用美蓝复染。结核分枝杆菌等抗酸菌被染成红色;非抗酸菌则被染成蓝色。

(3) 特殊染色法:细菌的某些结构不易被普通染色法着色,但可通过特殊染色方法使之与菌体着不同的颜色,有利于对细菌的观察与鉴别。如细菌的芽孢、荚膜、鞭毛等常需特殊染色法。

小结

细菌是原核细胞型微生物,个体微小,测量单位是微米;根据形态特征可将细菌分为球菌、杆菌、螺形菌;细菌形态学检查分为不染色标本检查法和染色标本检查法两种,其中革兰染色是重要的染色方法,革兰染色法具有鉴别细菌、选择用药、反映细菌致病特点等重要意义。细菌的基本结构和特殊结构的组成及意义见表2-2。

表2-2 细菌结构的组成及意义

结构名称	构成与特点	功能与意义
基本结构		
细胞壁	革兰阳性菌:含磷壁酸、肽聚糖(50%~80%)	保护菌体,维持菌形;破坏肽聚糖的药物如青霉素等主要抗革兰阳性菌,对革兰阴性菌影响不大
	革兰阴性菌:含外膜、肽聚糖(5%~20%)	
细胞膜	蛋白质、脂质双层	维持细胞内外物质交换
细胞质	内含结构:	
	核糖体(70S)	合成蛋白质的场所
	质粒	控制某些性状,参与遗传变异
	胞质颗粒	鉴别细菌
核质	裸露的双链DNA	细菌的遗传物质
特殊结构		
鞭毛	包括单毛菌、双毛菌、丛毛菌、周毛菌	是运动器官;可鉴别细菌
菌毛	包括:	
	普通菌毛	黏附作用,增强致病性
	性菌毛	传递遗传物质
荚膜	细胞壁外的黏液性物质	抗吞噬作用,增强致病性
芽孢	特点:抵抗力强;呈休眠状态	作为灭菌标准

目 标 检 测

一、名词解释

1. 荚膜 2. 鞭毛 3. 菌毛 4. 芽孢 5. 质粒

二、填空题

1. 细菌的基本形态有_____、_____和_____。
2. 细菌的基本结构包括_____、_____、_____和_____。
3. 细菌的特殊结构包括_____、_____、_____和_____。
4. 与细菌运动有关的结构是_____,与细菌抵抗力有关的结构是_____。
5. 细菌的菌毛可分为_____和_____,其中_____和致病力有关,_____和遗传变异有关。
6. 医学上重要的质粒有_____、_____和_____。
7. 细菌形态检查法分为_____和_____,革兰染色法属于_____。

三、单选题

1. 具有抗吞噬作用的细菌特殊构造是
A. 菌毛 B. 荚膜
C. 芽孢 D. 鞭毛
E. 性菌毛
2. 可黏附细胞的细菌结构是
A. 菌毛 B. 荚膜
C. 芽孢 D. 鞭毛
E. 中介体
3. 革兰阴性菌细胞壁特有的物质是
A. 肽聚糖 B. 磷壁酸
C. 四肽侧链 D. 脂多糖
E. 五肽桥
4. 光学显微镜下无法看到的细菌的特殊结构是
A. 芽孢 B. 鞭毛
C. 荚膜 D. 菌毛
E. 中介体
5. 下列哪项不是细菌生命所必须
A. 细胞膜 B. 核糖体
C. 质粒 D. 核质
E. DNA
6. 革兰阳性菌细胞壁特有的物质是
A. 肽聚糖 B. 磷壁酸
C. 四肽侧链 D. 脂多糖
E. 外膜
7. 细菌细胞壁的特有成分是
A. 磷壁酸 B. 脂多糖
C. 肽聚糖 D. 外膜

E. 脂蛋白

四、简答题

1. 列表比较革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁。
2. 细菌的特殊结构有哪些?在医学上各有何意义?
3. 了解细菌细胞壁结构的医学意义何在?
4. 简述革兰染色法的步骤和实际意义。

(张仙芝)

第2节 细菌的生长繁殖与变异

学习目标

1. 叙述细菌生长繁殖的条件、方式、速度
2. 解释菌落的概念
3. 描述细菌在培养基中的生长现象
4. 分析细菌的合成代谢产物及意义
5. 简述细菌的变异现象及在医学上的意义

一、细菌的生长繁殖

(一) 细菌生长繁殖的条件

细菌种类不同,对营养物质的需求也不尽相同,基本可归纳为以下条件:

1. 营养物质 可以为细菌新陈代谢及生长繁殖提供必要的原料和能量。细菌生长繁殖基本的营养成分是水、含碳化合物、含氮化合物和无机盐。某些细菌还需要特殊的生长因子,即细菌生长必需但自身又不能合成的一类营养物质。

2. 酸碱度 每种细菌都有一个最适生长的 pH 范围,在这一范围内,细菌的酶活性最强,生长繁殖较旺盛。多数病原菌最适 pH 为 7.2~7.6,在机体内易生存;个别细菌如霍乱弧菌在 pH8.8~9.0 生长最好,结核分枝杆菌生长的最适 pH 为 6.5~6.8。

3. 温度 不同细菌对温度的要求不一,大多病原菌适应人体内环境,最适生长温度为 37℃。个别细菌如耶尔森菌最适生长温度为 28℃。

4. 气体 和细菌生长繁殖有关的气体主要有氧气与二氧化碳。

根据细菌对氧气的不同要求,可将细菌分

为四类:①专性需氧菌:只能在有氧环境下生长,如结核分枝杆菌;②微需氧菌:在低氧压环境下(5%~6%)生长最好,如空肠弯曲菌;③兼性厌氧菌:在有氧或无氧环境中都能生长,大多数病原菌属于此类;④专性厌氧菌:只能在无氧环境中生长繁殖,如破伤风梭菌。

多数细菌利用自身代谢过程中产生的 CO_2 已能满足需要,某些细菌初次分离时,必须供给5%~10% CO_2 才能生长,如脑膜炎奈瑟菌、军团菌等。

你知道一个细菌一天能繁殖多少吗?

你知道一个细菌一天能繁殖多少吗?这个问题看似简单,但又十分重要和必要。因为你知道了它,就会十分注意食品卫生和个人卫生,防止各种病菌的扩散与传播,真正关爱生命和健康。否则就会没脏没净,吃了准得病。

食品卫生专家介绍,由于自然界温度的升高,各种动植物生长迅速,食物来源丰富,各种微生物容易获得营养、水分,且温度适宜,使其生长繁殖速度明显加快。细菌的繁殖是由一个分裂为两个。一个细菌在7个小时内可繁殖到1700万个,10h后可繁殖到10亿个。因此,在夏季极易发生细菌性食物中毒。



(二) 细菌的繁殖方式和速度

1. 细菌的个体生长繁殖 细菌一般以简单的无性二分裂方式进行繁殖。在适宜条件下,多数细菌繁殖速度很快,20~30min繁殖一代。结核分枝杆菌繁殖速度较慢,繁殖一代需要18~20h。

2. 细菌的群体生长繁殖——生长曲线 将一定数量的细菌接种于适宜的液体培养基中,连续定时取样检查活菌数,以培养时间为横坐标,培养物中活菌数的对数为纵坐标,可绘制出一条曲线叫生长曲线。生长曲线表示细菌群体生长繁殖规律,可分为四期(图2-7)。

(1) 迟缓期:细菌进入新环境后的短暂适应阶段。该期细菌体积增大、重量增加、代谢活跃,但繁殖极少。迟缓期长短不一,随菌种、菌龄、接种量及营养物质等不同而异,一般为数小时。

(2) 对数期:是细菌生长繁殖的顶峰阶段。细菌在该期生长迅速,活菌数以几何级数增长,活菌数的对数呈直线上升。此期细菌的

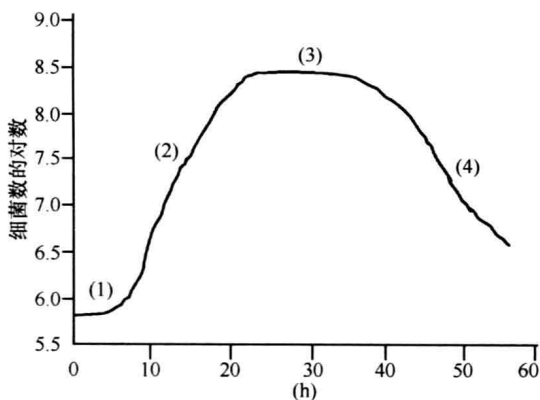


图2-7 细菌的生长曲线

(1) 迟缓期;(2) 对数期;(3) 稳定期;(4) 衰退期

形态、染色性、生理特性等较典型,对外界环境因素的刺激敏感。因此,研究细菌的生物性状应选用该期的细菌。一般细菌对数期在培养后的8~18h。

(3) 稳定期:是细菌繁殖数与死亡数相同的阶段。由于培养基中营养物质消耗,有害代谢产物积累,该期细菌繁殖速度渐减,死亡数逐渐增加,细菌形态、染色性和生理性状常有改变。一些细菌的芽孢、外毒素和抗生素等代谢产物在稳定期产生。

(4) 衰退期:是细菌死亡数超过繁殖数,活菌数下降阶段。细菌繁殖越来越慢,死亡数超过活菌数。该期细菌形态显著改变,出现衰退型或菌体自溶,难以辨认,生理代谢活动也趋于停滞。故陈旧培养的细菌难以鉴定。

(三) 细菌的人工培养

依据细菌生长繁殖的条件与规律,可在体外对细菌进行人工培养,以研究细菌的生物学特性,用于对细菌性疾病的诊断、治疗和预防等。

1. 培养基 是人工配制的供细菌生长繁殖所需的营养物质制品。培养基按物理性状分为液体培养基、半固体培养基和固体培养基;按其营养组成和用途不同分为基础培养基、营养培养基、选择培养基、鉴别培养基和厌氧培养基。

2. 细菌在培养基中的生长现象(图2-8)

(1) 细菌在液体培养基中的生长现象:细菌在液体培养基中有三种生长现象:①浑浊生长:大多细菌在液体培养基中的生长呈均匀浑浊,如葡萄球菌;②沉淀生长:试管底有沉淀物,如乙型溶血性链球菌;③菌膜生长:多数专

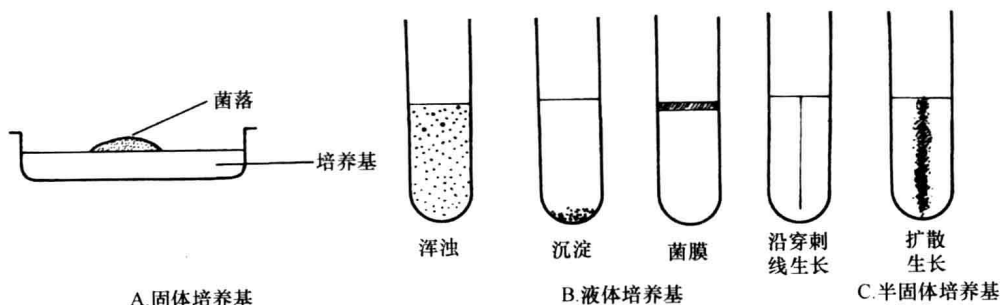


图 2-8 细菌在各种培养基上的生长现象示意图

性需氧菌液面有菌膜,如结核分枝杆菌。

(2) 细菌在半固体培养基中的生长现象:常用于检查细菌的动力,称动力试验。将细菌穿刺接种于半固体培养基中,经培养后,无鞭毛的细菌只沿穿刺线生长,穿刺线清晰,培养基仍然透明,有鞭毛的细菌则沿穿刺线向周围扩散生长,穿刺线模糊不清,培养基出现浑浊。

(3) 细菌在固体培养基上的生长现象:将标本划线接种在固体平板培养基上,因划线的分散作用,使许多混杂的细菌得以在培养基表面上散开,称为分离培养。一般经过 18~24h 培养后,单个细菌分裂繁殖成一个肉眼可见的细菌集团,称为菌落。各种细菌在固体培养基上形成的菌落,其大小、形状、颜色、气味、透明度、表面光滑度、湿润程度、边缘整齐与否,以及在血琼脂平板上的溶血情况等均有不同表现,这有助于细菌的鉴定。许多菌落融合在一起,称为菌苔。

3. 人工培养细菌的意义 细菌培养对疾病的诊断、预防、治疗和科学研究都具有重要意义。

(1) 传染性疾病的病原学诊断:要明确传染性疾病的病原菌必须取病人有关标本进行细菌分离培养、菌种鉴定和药物敏感试验,其结果可指导临床用药。

(2) 细菌学的研究:对细菌生理、遗传变异、致病性和耐药性等的研究也需做细菌的培养和保存。

(3) 生物制品的制备:供防治用的疫苗、类毒素、抗毒素及供诊断用的菌液、抗血清等均来自培养的细菌或其代谢产物。

二、细菌的代谢产物

(一) 细菌分解代谢产物及意义

各种细菌所含的酶不同,对糖和蛋白质的

分解能力不同,故其代谢产物也不同。据此利用生物化学方法来鉴别细菌称细菌的生化反应(生化试验)。常用的生化试验有糖发酵试验、VP 试验、甲基红试验、靛基质试验和硫化氢试验等。

(二) 细菌合成代谢产物及意义

1. 热原质 亦称致热原,是一种注入人或动物体内能引起发热反应的物质,大多由革兰阴性菌产生,如革兰阴性菌细胞壁脂多糖。有些革兰阳性菌也能产生,如枯草杆菌等。热原质耐高温,高压蒸汽灭菌 121.3℃ 20min 不被破坏。须用吸附剂、石棉滤板或 250℃ 高温干烤才能除去或破坏热原质,蒸馏法效果最好。因此,在制备和使用注射药品过程中应严格遵守无菌操作,防止细菌污染。

2. 毒素与侵袭性酶 细菌可产生外毒素和内毒素,这两种毒素在细菌致病作用中甚为重要。外毒素是多数革兰阳性菌和少数革兰阴性菌在代谢过程中分泌到菌体外的毒性蛋白质;内毒素是菌体死亡崩解后游离出来的细胞壁脂多糖成分,多由革兰阴性菌产生。某些细菌尚可产生具有侵袭性的酶,如产气荚膜梭菌的卵磷脂酶,链球菌的透明质酸酶等。这些酶能损伤机体组织,促使细菌侵袭和扩散,也是细菌重要的致病物质。

3. 色素 不同细菌在适宜环境中能产生不同颜色的色素,有助于鉴别细菌。细菌产生的色素有两类:①水溶性色素:能弥散到培养基或周围组织中,如铜绿假单胞菌的色素能使培养基或脓汁呈蓝绿色;②脂溶性色素:不溶于水,只能使菌落显色而培养基颜色不变,如金黄色葡萄球菌的色素使菌落呈金黄色,而培养基不变色。