



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

案例版™

病原生物与免疫学基础

(第二版)

主编 路转娥 刘建红



科学出版社

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

(第二版)

主 编 路转娥 刘建红
副主编 张仙芝 李三兰 樊丽萍
编 委 (按姓氏汉语拼音排序)
常冰梅 樊丽萍 李三兰
梁永庆 刘建红 路转娥
杨园园 张仙芝



科学出版社

北京

· 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之一。全书共10章,主要论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7项实验增加实践动手能力。文中插入旨在开阔视野的“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,贴近学生,贴近生活。每章(节)中穿插有考点,后附有小结和目标检测。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教育各专业学习使用。

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. —2版. —北京: 科学出版社, 2013. 2

全国中等卫生职业教育规划教材

ISBN 978-7-03-036591-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 019541 号

策划编辑:袁 琦 / 责任编辑:许贵强 丁海燕 / 责任校对:陈玉凤

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>

源海印刷有限责任公司印刷

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

2013年2月第 二 版 印张:9 1/2 插页:2

2013年2月第四次印刷 字数:270 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

《病原生物与免疫学基础》“案例版”教材第一版已面世两年多了。几年来,该教材获得了中等卫生职业学校广大师生的好评,为中等卫生职业教育发挥了良好作用。随着近几年来中职教育的蓬勃发展,中职生源的变化以及学科知识的更新,要求中职教材更加贴近学生、更适应就业要求。因此,在科学出版社卫生职教分社指导下,我们对此教材进行了再版修订。

第二版教材保留了第一版简明扼要、图文并茂的风格,生动活泼的链接方式和主干内容顺序,仍然把教材的设置分为两个模块,即基础模块和实验模块。

本教材主要从以下几方面进行了更新:①在正文中相应部分增加了“考点”提示,便于学生学习各部分内容时有针对性。②删除了原来章节前的“学习目标”,为各学校教师采用不同的教学风格提供了便利。③加大了临床疾病案例的比重,便于“问题教学”(PBT)及“问题学习”(PBL),拓宽学生医学知识视野,培养学生带着问题思考和理论联系实际的能力。④更新了各章节的链接内容,使之更适合岗位对专业人才的要求。

本教材附有实验指导、病原生物与免疫学基础(第二版)教学大纲和彩图,可供中等卫生职业学校各专业共同使用。另外,我们还制作了与本教材相配套的精美的教学课件,供师生使用(配套课件可从科学出版社网站(www.sciencep.com)下载)。

本教材的编写是根据国务院关于“大力发展职业教育”的精神,坚持“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”的指导思想,以“必须、适度、够用”为原则,遵循“以就业为导向,以发展技能为核心”的职业教育培养理念。注重教材的科学性、思想性、先进性和实用性,保证教材的启发性、适用性、可读性和创新性,体现以学生为中心的教学理念,发扬科学版教材的传统优势,突出“案例版”教材的鲜明特色。充分考虑本教材读者的年龄、知识水平和心理特征,在内容上尽量把握外延与内涵,理论知识强调“必须、够用”,技能培养突出实用性。采用了正文与非正文系统的编写方案,精选教学内容,表述上力争深入浅出,变难为易,化繁为简。“链接”等辅文对课程内容做了必要的引申和扩展,体现了本教材的创新性。

教材内容包括由病原生物学和免疫学两大部分组成,病原生物学含医学微生物学和人体寄生虫学。医学微生物学包括微生物概述、细菌概述、常见病原菌、病毒概述、常见病毒及其他微生物。人体寄生虫学内容包括人体寄生虫概述和常见人体寄生虫。免疫学内容包括免疫学基础和临床免疫。本着循序渐进、由浅入深的原则安排上述内容。

本教材具有以下特点:①体现科学发展观,与时俱进,适度引入前沿知识,反映最新进展,介绍有一定影响的新观点、新技术、新方法等,具有先进性和科学性;②将医学微生物学、人体寄生虫学和免疫学基础、临床免疫有机地融为一体,既保证了知识的完整性和连贯性,又体现了内容精炼、重点明确的特色,突出实用性;③内容选择以满足学生的岗位要求为准,充分体现中等卫生职业教育的特色,突出适用性;④案例分析形象逼真,便于学生及早接触临床医学知识,弥补传统教学的缺憾,力求体现卫生职业教育与临床岗位“零距离”接触,具有创新性和启发性;⑤适当介绍一些重要病原体的发现过程、免疫学机制的探究历程等,有利于学生了解为这门学科作出重大贡献的科学家,学习他们的敬业精神,突出教育性和思想性;⑥适度引入一些日常生活中的病原生物和免疫学现象,便于学生更好地

理解和掌握病原生物、免疫和自身实际的关系,具有生活性;⑦本教材正文中穿插了“考点”和“目标检测”模块,努力实现“教”、“学”与“考”的对接融通,为学生顺利通过课程考试和早日就业打下坚实的基础,具有可读性。

本教材的编写参考了国内多种教材和专著的相关内容(参考文献列于书后),在此,谨向上一版编者曹皓舒、冯晓琴、张艳红、赵春馨等对本书所作出的贡献表示衷心的感谢!

本教材的编写得到了各参编学校的大力支持,在此对他们表示深深的谢意!更要感谢各位编者在时间紧、任务重的情况下,克服困难,为保证本书的质量和如期面世所付出的辛勤努力!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏甚至错误之处,衷心欢迎使用本教材的老师和学生提出批评和改进意见,为今后再版修订工作提供依据和参考。

编 者

2012年12月

第一版前言

《病原生物与免疫学基础》“案例版”教材为全国中等卫生职业教育规划教材。本教材的编写是根据国务院关于“大力发展职业教育”的精神,坚持“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”的指导思想,以“必须、适度、够用”为原则,遵循“以就业为导向,以发展技能为核心”的职业教育培养理念。注重教材的科学性、思想性、先进性和实用性,保证教材的启发性、适用性、可读性和创新性,体现以学生为中心的教学理念,发扬科学版教材的传统优势,突出“案例版”教材的鲜明特色。充分考虑本教材读者的年龄、知识水平和心理特征,在内容上尽量把握外延与内涵,理论知识强调“必须、够用”,技能培养突出实用性。采用了正文与非正文系统的编写方案,精选教学内容,表述上力争深入浅出,变难为易,化繁为简。“链接”等非正文系统对课程内容做了必要的引申和扩展,体现了该教材的创新性。

本教材内容的设置分为两个模块,即基础模块和实验模块。此外,教材还附有教学大纲和学时分配建议,供教学时参考。教材内容包括医学微生物学、免疫学和人体寄生虫学三大部分。医学微生物学内容包括微生物概述、细菌概述、常见病原菌、病毒概述、常见病毒及其他微生物。免疫学内容包括免疫学基础和临床免疫。人体寄生虫学内容包括人体寄生虫概述和常见人体寄生虫。本着循序渐进、由浅入深的原则安排上述内容。

本教材具有以下特点:①体现科学发展观,与时俱进,适度引入前沿知识,反映最新进展,介绍有一定影响的新观点、新技术、新方法等,具有先进性和科学性;②将医学微生物学、人体寄生虫学和免疫学基础、临床免疫有机地融为一体,既保证了知识的完整性和连贯性,又体现了内容精炼、重点明确的特色,突出实用性;③内容选择以满足学生的岗位要求为准,充分体现中等卫生职业教育的特色,突出适用性;④案例分析形象逼真,便于学生及早接触临床医学知识,弥补传统教学的缺憾,力求体现卫生职业教育与临床岗位“零距离”接触,具有创新性和启发性;⑤适当介绍一些重要病原体的发现过程、免疫学机制的探究历程等,利于学生了解对这门学科做出重大贡献的科学家,学习他们的敬业精神,突出教育性和思想性;⑥适度引入一些日常生活中的病原生物和免疫学现象,便于学生更好地理解 and 掌握病原生物、免疫和自身实际的关系,具有生活性;⑦本教材涵盖了国家护士执业资格考试大纲中涉及的病原生物和免疫学基础内容,努力实现“学历证书”与“资格证书”的对接融通,为学生顺利通过资格考试和早日就业打下坚实的基础,具有可读性。

本教材的编写参考了国内多种教材和专著的相关内容(参考文献列于书后),并采用了其中的一些插图,在此,谨向各位原著者对本书所作出的贡献表示衷心的感谢。

本教材的编写得到了各参编学校的大力支持,在此对它们表示深深的谢意!更要感谢各位编者在时间紧、任务重的情况下,克服困难,为保证本书的质量和如期面世所付出的辛勤努力!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏甚至错误之处,衷心欢迎使用本教材的老师和学生提出批评和改进意见,为今后再版修订工作提供依据和参考。

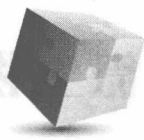
编 者

2009年11月

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	(2)
第3节 微生物学与医学微生物学	(3)
第2章 细菌概述	(4)
第1节 细菌的形态和结构	(4)
第2节 细菌的生长繁殖与变异	(8)
第3节 细菌与外界环境	(12)
第4节 细菌的致病性与感染	(17)
第3章 免疫学基础	(21)
第1节 概述	(21)
第2节 抗原	(22)
第3节 免疫系统	(25)
第4节 免疫球蛋白	(28)
第5节 免疫应答	(33)
第6节 抗感染免疫	(37)
第4章 临床免疫	(41)
第1节 超敏反应	(41)
第2节 免疫学检测	(46)
第3节 免疫学防治	(49)
第5章 常见病原菌	(53)
第1节 化脓性球菌	(53)
第2节 肠道杆菌	(57)
第3节 弧菌属	(61)
第4节 厌氧性细菌	(63)
第5节 分枝杆菌属	(65)
第6节 其他病原性细菌	(68)
第6章 病毒概述	(70)
第1节 病毒的基本性状	(70)
第2节 病毒的致病性与免疫性	(72)
第3节 病毒感染的检查和防治原则	(75)
第7章 常见病毒	(77)
第1节 呼吸道病毒	(77)
第2节 肠道病毒	(79)
第3节 肝炎病毒	(80)
第4节 人类免疫缺陷病毒	(83)
第5节 其他病毒	(84)
第8章 其他微生物	(89)
第1节 支原体	(89)
第2节 衣原体	(90)

第3节 立克次体	(91)
第4节 螺旋体	(92)
第5节 放线菌	(93)
第6节 真菌	(94)
第9章 人体寄生虫学概述	(97)
第1节 寄生现象与生活史	(97)
第2节 寄生虫与宿主的相互关系	(98)
第3节 寄生虫病的流行与防治原则	(99)
第4节 人体寄生虫学的研究内容	(100)
第10章 常见人体寄生虫	(102)
第1节 似蚓蛔线虫	(102)
第2节 钩虫	(104)
第3节 蠕形住肠线虫	(106)
第4节 中华分支睾吸虫	(108)
第5节 日本裂体吸虫	(110)
第6节 链状带绦虫	(112)
第7节 溶组织内阿米巴	(115)
第8节 阴道毛滴虫	(117)
第9节 疟原虫	(118)
第10节 刚地弓形虫	(121)
病原生物与免疫学基础实验指导	(125)
实验目的及实验室规则	(125)
实验1 细菌的形态和结构观察	(125)
实验2 细菌的人工培养	(127)
实验3 细菌的分布与消毒灭菌	(129)
实验4 免疫学实验	(130)
实验5 常见病原菌实验	(133)
实验6 病毒及其他微生物实验	(134)
实验7 常见人体寄生虫实验	(135)
参考文献	(137)
病原生物与免疫学基础(第二版)教学大纲	(138)
目标检测选择题参考答案	(143)
彩图	



绪论

本课程由病原生物学、免疫学两部分组成。

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,流行性感冒病毒引起流感,梅毒螺旋体引起梅毒,蛔虫引起蛔虫病等,这些就是病原生物。有些病原生物可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。

有些人与传染病患者接触后并没有生病,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,是为了提高预防相应传染病的免疫力。为了更有效地对抗各种感染,防治免疫性疾病,我们需要学习免疫学知识,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类。

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、病原学诊断和防治方法等。

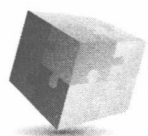
学习病原生物学的目的是掌握、运用其基本理论、基本知识和基本技能,控制和消灭感染性疾病,以及与之有关的免疫性疾病,为深入学习基础医学、临床医学和预防医学奠定基础。

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。



第1章 微生物概述

链接

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,与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。

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!

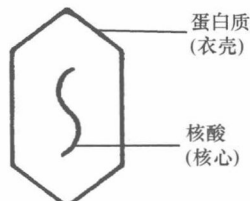
第1节 微生物的概念及种类

一、微生物的概念

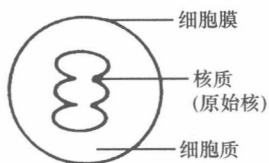
微生物是广泛存在于自然界中肉眼不能直接看到,必须借助显微镜才能观察到的微小生物。

考点提示:微生物的概念

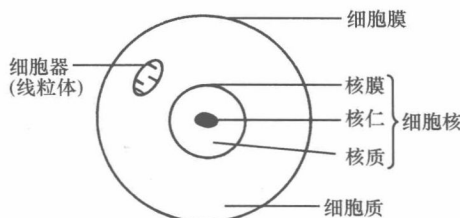
微生物的主要特点可以概括为六个方面:①体积微小;②结构简单;③种类繁多;④分布广泛;⑤繁殖迅速;⑥容易变异。



A. 非细胞型微生物



B. 原核细胞型微生物



C. 真核细胞型微生物

图 1-1 三种类型微生物结构模式图

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、螺旋体等六类。

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。

考点提示:微生物的种类

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制备生物制品,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物、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,如结核分枝杆菌、流感病毒等。

考点提示:病原微生物的概念

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。

链接

微生物是谁发现的?

首先发现微生物的是荷兰的安东尼·列文虎克(图1-2)。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,他的发现轰动了世界。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

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、病原学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。

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、选择题

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

(路转城)

第2章 细菌概述

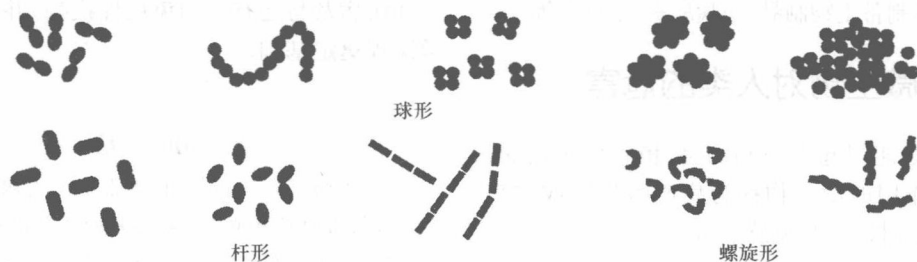


图 2-1 细菌的基本形态示意图

第1节 细菌的形态和结构

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 $0.6\sim 1.5\mu\text{m}$ 。

考点提示:细菌的测量单位

(二) 细菌的形态

细菌形态多样,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、杆菌和螺杆菌。

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。

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;有的杆菌末端膨大呈棒状,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. 螺杆菌 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;有多个弯曲的称为螺菌,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。

考点提示:细菌的基本形态

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。

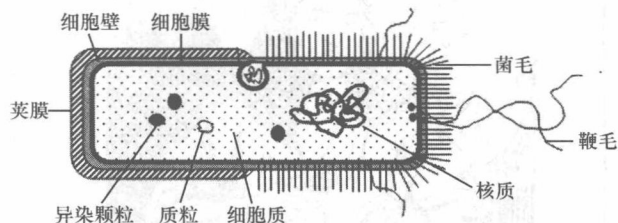


图 2-2 细菌的结构模式图

(一) 细菌的基本结构

1. 细胞壁 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。

(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(图 2-3)。

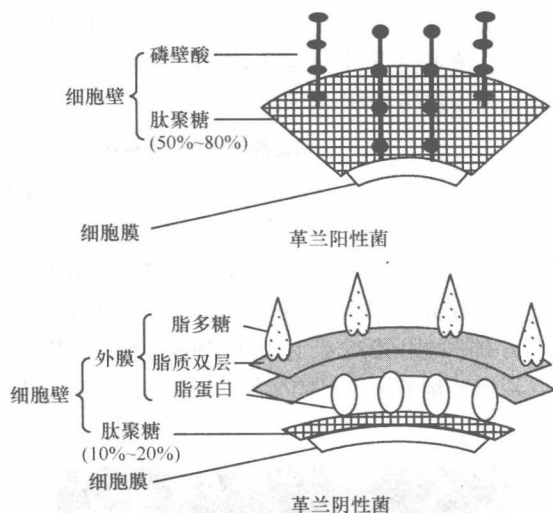


图 2-3 细菌细胞壁和细胞膜结构模式图

肽聚糖:又叫黏肽,是细胞壁的特有成分。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只有聚糖骨架和四肽侧链两部分组成。

考点提示:细胞壁的特有成分

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 G^+ 菌的特有成分,其抗原性很强,是 G^+ 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。

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 10%~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的结构与组成显著不同(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与组成比较

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	15~50 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	有	无
外膜	无	有

(3) 了解细胞壁结构与组成的意义:肽聚糖是保证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,青霉素能抑制革兰阳性菌肽聚糖的合成、溶菌酶能破坏革兰阳性菌的肽聚糖,从而导致细菌溶解死亡。人体与其他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及其他动物的细胞均无毒性作用。

考点提示:革兰阳性菌与革兰阴性菌细胞壁的区别及临床意义

链接

细胞壁缺陷型(细菌 L 型)

细胞壁的肽聚糖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。这种细胞壁缺损的细菌,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”样小菌落。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,宜做细菌 L 型的专门检验。需要指出的是,临床上使用某些作用于细胞壁的抗菌药物进行治疗时,容易使感染菌发生 L 型变异。

2. 细胞膜 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 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: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、红霉素等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,质粒还可在细菌间传递。质粒并非细菌生命活动必需的遗传物质。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。

考点提示:质粒的概念和种类

(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,用亚甲蓝染色着色较深,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 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。

考点提示:细菌的基本结构

(二) 细菌的特殊结构

1. 鞭毛 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 $5\sim 20\mu\text{m}$,但直径很纤细,在光学显微镜下看不到;经特殊染色使鞭毛增粗后在光学显微镜下可见。

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)。

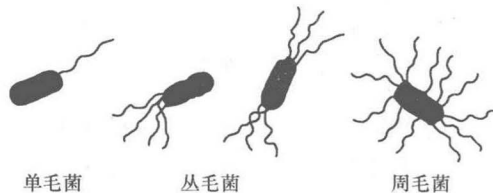


图 2-4 细菌鞭毛的类型模式图

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,如霍乱弧菌。

考点提示:鞭毛的概念和医学意义

2. 菌毛 菌毛是位于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,可黏附于人与动物的红细胞和消化道、呼吸道黏膜上皮细胞等细胞表面,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 $1\sim 4$ 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)。

考点提示:菌毛的概念和医学意义

3. 荚膜 荚膜是某些细菌细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。

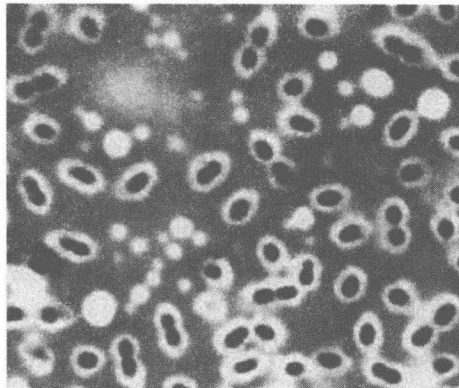


图 2-5 细菌的荚膜

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,如肺炎球菌;少数细菌为多肽,如炭疽杆菌。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吞噬的作用,故与细菌的致病性有关。

考点提示:荚膜的概念和医学意义

4. 芽孢 芽孢是某些细菌在特殊的环境条件下,胞质脱水浓缩,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

存必需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)。

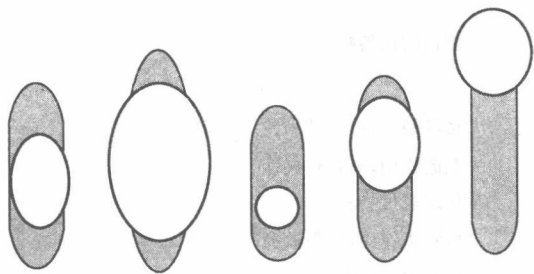


图 2-6 细菌芽孢的形态、大小与位置

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、芽孢壳和外壁。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学显微镜下观察到在菌体内有未着色的芽孢,需经芽孢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的指标。高压蒸汽灭菌法是杀灭芽孢的最有效方法。

考点提示:芽孢的概念和医学意义、细菌的特殊结构

链接

细菌的物理性状

细菌主要的物理性状有:

1. 透光度 细菌为无色半透明小体,当光线照射到细菌,部分被吸收,部分被折射,因此细菌悬液呈混浊状态,菌数越多浊度越大。
2. 表面积 细菌体积微小,相对表面积大,有利于物质交换,故细菌代谢旺盛,繁殖快。
3. 带电现象 细菌有带电现象,革兰阳性菌等电点(PI)为 2~3,革兰阴性菌等电点为 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,有利于营养物质的吸收和代谢产物的排出。
5. 渗透压 因含高浓度营养物质和无机盐,故菌体内有较高渗透压,如革兰阳性菌为 20~25 个大气压,革兰阴性菌为 5~6 个大气压。细菌生长环境常为低渗环境,因有细胞壁的保护不致崩裂。

三、细菌的形态检查法

(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,可见细菌的运动状态和繁殖方式等。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 只用一种染料给细菌染色,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给细菌染色,使细菌染上不同的颜色。可观察细菌的形态、排列、大小和染色性,并鉴别细菌。常用的有革兰染色法和抗酸染色法。

(1) 革兰染色法:①甲紫初染;②碘液媒染;③95%乙醇脱色;④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。

(2) 抗酸染色法:先用苯酚复红加温染色,再用 3%盐酸酒精脱色,最后用亚甲蓝复染。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料着色,但可通过特殊染色方法使菌体着不同的颜色,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。

考点提示:革兰染色法的步骤和意义

链接

革兰染色与抗酸染色助记歌谣

革阳像男爱紫色,革阴似女喜红衫;
抗酸染色正相反,阳是红来阴是蓝。

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	G ⁺ 菌:含磷壁酸、肽聚糖(50%~80%) G ⁻ 菌:含外膜、肽聚糖(10%~20%)	保护菌体,维持菌形;破坏肽聚糖的药物如青霉素等 主要抗 G ⁺ 菌,对 G ⁻ 菌影响不大
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 质粒 胞质颗粒	合成蛋白质的场所 控制某些性状、参与遗传变异鉴别细菌
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	运动器官;可鉴别细菌
菌毛	包括:普通菌毛 性菌毛	黏附作用,增强致病性 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

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

三、选择题

- 具有抗吞噬作用的细菌特殊结构是
A. 菌毛 B. 荚膜
C. 芽孢 D. 鞭毛
E. 性菌毛
- 可黏附某些细胞的细菌结构是
A. 菌毛 B. 荚膜
C. 芽孢 D. 鞭毛
E. 中介体
- 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. 外膜
E. 五肽桥
- 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. 细胞膜

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

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

第2节 细菌的生长繁殖与变异

一、细菌的生长繁殖

(一) 细菌生长繁殖的条件

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,细菌的酶活力最强,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 pH 8.8~9.0 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 与细菌生长繁殖有关的气体主要有:氧气和二氧化碳。

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,如破伤风芽孢梭菌。

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。

考点提示:细菌生长繁殖的条件

链接

一个细菌一天能繁殖多少?

这个问题看似简单,但又十分重要和必要。因为知道了它,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二个。一个细菌在 7h 可繁殖到 1700 万个,10h 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 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

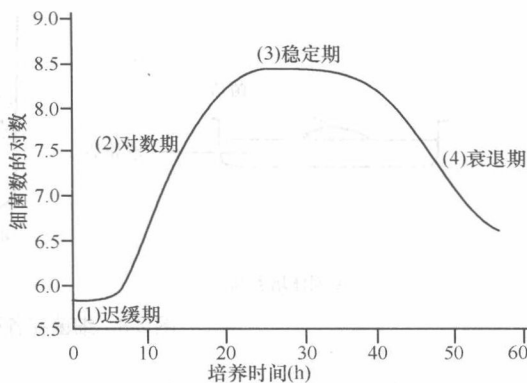


图 2-7 细菌的生长曲线

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,研究细菌的生物学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。

考点提示:细菌生长曲线的各期名称

(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。

考点提示:培养基的概念及种类

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混浊生长。大多细菌在液