



全国高职高专医药院校药学及医学检验  
技术专业工学结合“十二五”规划教材

供医学检验技术、卫生检验、药品质量检验、食品检验  
及相关专业使用



段巧玲 杜兆丰 吐尔洪·艾买尔 主编

# 微生物学 检验技术

Weishengwuxue

Jianyanjishu



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



全国高等院校医学及医学检验  
技术专业工学结合“十二五”规划教材

供医学检验技术、卫生检验、药品质量检验、食品检验  
及相关专业使用

# 微生物学 检验技术

**主 编** 段巧玲 杜兆丰 吐尔洪·艾买尔  
**副主编** 张家敏 黄静芳 黄贺梅 杨 种  
**编写指导** 重庆市肿瘤医院检验科 吴立翔  
**编 者** (以姓氏笔画为序)

龙小山(广州医学院从化学院)  
田小海(长春医学高等专科学校)  
史 莉(湖北医药学院附属襄阳医院)  
白英明(南方医科大学)  
兰 栋(岳阳职业技术学院)  
吐尔洪·艾买尔(新疆维吾尔医学专科学校)  
乔亚峰(嘉应学院医学院)  
杜兆丰(益阳医学高等专科学校)  
李庆华(岳阳职业技术学院)  
杨 种(广州医学院护理学院)  
张宗建(宝鸡职业技术学院)  
张荔茗(怀化医学高等专科学校)  
张家敏(浙江医学高等专科学校)  
陈 静(江西护理职业技术学院)  
易丽娴(苏州卫生职业技术学院)  
罗健留(广州医学院从化学院)  
庞明珍(鹤壁职业技术学院医学院)  
胡志军(铜陵市人民医院临检中心)  
段巧玲(重庆医药高等专科学校)  
胥振国(合肥职业技术学院)  
袁 星(合肥职业技术学院)  
黄贺梅(郑州铁路职业技术学院)  
黄静芳(苏州卫生职业技术学院)



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 内 容 提 要

本书是全国高职高专医药院校药学及医学检验技术专业工学结合“十二五”规划教材。

本书分为细菌及检验、病毒及检验、其他微生物及检验、临床微生物学检验四篇,按储备基础知识、训练基本技能、用于岗位实践的思路进行编排,注重基础知识与基本能力相结合、专业技能与工作任务相结合、知识传授与素质培养相结合,从而体现本书服务于学生、服务于行业、服务于岗位的特点。

本书可供高职高专医药院校医学检验、卫生检验、药品质量检验、食品检验及相关专业学生使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

微生物学检验技术/段巧玲 杜兆丰 吐尔洪·艾买尔 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.8  
ISBN 978-7-5609-8016-4

I. 微… II. ①段… ②杜… ③吐… III. 微生物学-医学检验-高等职业教育-教材 IV. R446.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 103674 号

微生物学检验技术

段巧玲 杜兆丰 吐尔洪·艾买尔 主编

策划编辑: 荣 静

责任编辑: 孙基寿

封面设计: 范翠璇

责任校对: 刘 竣

责任监印: 周治超

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027)81321915

录 排: 武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷: 武汉科利德印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 21

字 数: 511 千字

版 次: 2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 42.00 元



华中科大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 全国高职高专医药院校药学及医学检验技术专业 工学结合“十二五”规划教材编委会

## 编委会

丛书学术顾问 文历阳 沈 彬

委 员(按姓氏笔画排序)

- |         |             |     |            |
|---------|-------------|-----|------------|
| 王 杰     | 沈阳医学院       | 周建庆 | 安徽医学高等专科学校 |
| 王志亮     | 枣庄科技职业学院    | 赵立彦 | 铁岭卫生职业学院   |
| 甘晓玲     | 重庆医药高等专科学校  | 胡殿宇 | 郑州铁路职业技术学院 |
| 艾力·孜瓦   | 新疆维吾尔医学专科学校 | 侯振江 | 沧州医学高等专科学校 |
| 卢 杰     | 大庆医学高等专科学校  | 俞启平 | 江苏建康职业学院   |
| 边毓明     | 山西职工医学院     | 宣永华 | 滨州职业学院     |
| 吐尔洪·艾买尔 | 新疆维吾尔医学专科学校 | 姚腊初 | 益阳医学高等专科学校 |
| 刘 燕     | 山西职工医学院     | 秦 洁 | 邢台医学高等专科学校 |
| 刘福昌     | 宝鸡职业技术学院    | 秦自荣 | 鄂州职业大学医学院  |
| 李炳宪     | 鹤壁职业技术学院    | 夏金华 | 广州医学院从化学院  |
| 李惠芳     | 长治医学院       | 徐 宁 | 安庆医药高等专科学校 |
| 杨凤琼     | 广东岭南职业技术学院  | 凌伯勋 | 岳阳职业技术学院   |
| 杨家林     | 鄂州职业大学医学院   | 唐 虹 | 辽宁卫生职业技术学院 |
| 张 申     | 怀化医学高等专科学校  | 唐忠辉 | 漳州卫生职业学院   |
| 张 鑫     | 南方医科大学      | 黄 剑 | 海南医学院      |
| 张平平     | 山东万杰医学院     | 曹 杰 | 哈密职业技术学校   |
| 陆予云     | 广州医学院从化学院   | 章绍清 | 铜陵职业技术学院   |
| 陆曙梅     | 信阳职业技术学院    | 蒋 斌 | 合肥职业技术学院   |
| 陈少华     | 广州医学院护理学院   | 魏仲香 | 聊城职业技术学院   |
| 范珍明     | 益阳医学高等专科学校  |     |            |

# 总序

ZONGXU

高职高专药学及医学检验技术等专业是以贯彻执行国家教育、卫生工作方针,坚持以服务为宗旨、以就业为导向的原则,培养热爱祖国、拥护党的基本路线,德、智、体、美等全方面发展,具有良好的职业素质和文化修养,面向医药卫生行业,从事药品调剂、药品生产及使用、药品检验、药品营销及医学检验等岗位的高素质技能型人才为人才培养目标的教育体系。教育部《关于推进高等职业教育改革创新,引领职业教育科学发展的若干意见》(教职成[2011]12号)明确提出要推动体制机制创新,深化校企合作、工学结合,进一步促进高等职业学校办出特色,全面提高高等职业教育质量,提升其服务经济社会发展能力。文件中的这项规划,为高职高专教育以及人才的培养指出了方向。

教材是教学的依托,在教学过程中和人才培养上具有举足轻重的作用,但是现有的各种高职高专药学及医学检验技术等专业的教材主要存在以下几种问题:①本科教材的压缩版,偏重于基础理论,实践性内容严重不足,不符合高等卫生职业教育的教学实际,极大影响了高职高专院校培养应用型人才目标的实现;②教材内容过于陈旧,缺乏创新,未能体现最新的教学理念;③教材内容与实践联系不够,缺乏职业特点;④教材内容与职业资格证书衔接不紧密,直接影响教育目标的实现;⑤教材版式设计呆板,无法引起学生学习兴趣。因此,新一轮教材建设迫在眉睫。

为了更好地适应高等卫生职业教育的教学发展和需求,体现国家对高等卫生职业教育的最新教学要求,突出高职高专教育的特色,我社在认真、广泛调研的基础上,在教育部高职高专相关医学类专业教学指导委员会专家的指导下,组织了全国60多所设置有药学及医学检验技术等专业的高职高专医药院校近350位老师编写了这套以工作过程为导向的全国高职高专医药院校药学及医学检验技术专业工学结合“十二五”规划教材。教材编写过程中,全体主编和参编人员进行了认真的研讨和细致的分工,在教材编写体例和内容上均有所创新,各主编单位高度重视并有力配合教材编写工作,编辑和主审专家严谨和忘我的工作,确保了本套教材的编写质量。

本套教材充分体现新教学计划的特色,强调以就业为导向、以能力为本位、以岗位需求为标准的原则,按照技能型、服务型高素质劳动者的培养目标,坚持“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性),强调“三基”(基本理论、基本知识、基本技能),力求符合高职高专学生的认知水平和心理特点,符合社会对高职高专药学及医学检验技术等专业人才的需求特点,适应岗位对相关专业人才知识、能力和素质的需要。本套教材的编写原则和主要特点如下。

(1) 严格按照新专业目录、新教学计划和新教学大纲的要求编写,教材内容的深度和广度严格控制在高职高专教学要求的范畴,具有鲜明的高职高专特色。



(2) 体现“工学结合”的人才培养模式和“基于工作过程”的课程模式。

(3) 符合高职高专医药院校药学及医学检验技术专业的教学实际,注重针对性、适用性以及实用性。

(4) 以“必须、够用”为原则,简化基础理论,侧重临床实践与应用。

(5) 基础课程注重联系后续课程的相关内容,专业课程注重满足执业资格标准和相关工作岗位需求。

(6) 探索案例式教学方法,倡导主动学习。

这套教材编写理念新,内容实用,符合教学实际,注重整体,重点突出,编排新颖,适合于高职高专医药院校药学及医药检验技术等专业的学生使用。这套规划教材得到了各院校的大力支持和高度关注,它将为新时期高等卫生职业教育的发展作出贡献。我们衷心希望这套教材能在相关课程的教学活动中发挥积极的作用,并得到读者们的喜爱。我们也相信这套教材在使用过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,能不断得到改进、完善。

全国高职高专医药院校药学及医学检验技术专业工学结合“十二五”规划教材

编写委员会

2012年6月

# 前言

QIANYAN

“微生物学检验技术”是高职高专医药院校药学及医学检验技术等专业人才培养和课程教学体系中一门重要的专业课,对学生未来职业能力和综合素质的培养起关键作用。根据2011年7月在武汉华中科技大学召开的全国高职高专医药院校药学及医学检验技术专业工学结合“十二五”规划教材编写会议的精神,本书编写组确定了以下编写思路。

第一,力求以高职高专教育教学理念为指导思想,坚持以就业为导向,以能力为本位,认真进行教材内容的选编,既强调科学性、系统性,又突出实用性和针对性,尽量贴近行业需要和岗位实际。

第二,本书共分为细菌及检验、病毒及检验、其他微生物及检验、临床微生物学检验四篇,按储备基础知识、训练基本技能、用于岗位实践的思路进行编排,注重基础知识与基本能力相结合、专业技能与工作任务相结合、知识传授与素质培养相结合,从而体现本书服务于学生、行业、岗位的特点。

第三,每章前面列出学习要求,末尾进行归纳总结,并结合学习重点设置了能力检测题,以便于学生把握学习重点和评价学习效果。

第四,为提高学生学习兴趣、培养学生自学能力,本书还提供了参考文献、中英文索引,以满足学生未来可持续发展的需要。

本书在编写过程中得到了各编者单位的大力支持,得到了重庆市肿瘤医院检验科吴立翔主任、重庆市第五人民医院检验科专家的精心指导;此外,本书还参考了许多专家、同行的相关书籍与资料,并引用了许多图表,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限、经验不足,加之时间仓促,疏漏和错误在所难免,恳请广大师生提出宝贵意见。

段巧玲

2012年7月

# 目录

## MULU

	绪论	/ 1
▷ 第一篇	细菌及检验	/ 9
	第一章 细菌学基础	/ 9
	第一节 细菌的形态与结构	/ 9
	第二节 细菌的生理	/ 18
	第三节 细菌的分布	/ 23
	第四节 细菌的遗传与变异	/ 25
	第五节 细菌的感染与免疫	/ 32
	第二章 细菌检验的基本技术	/ 40
	第一节 细菌形态学检验技术	/ 40
	第二节 消毒灭菌技术	/ 45
	第三节 细菌接种与培养技术	/ 50
	第四节 细菌生化鉴定技术	/ 59
	第五节 细菌其他检查技术	/ 68
	第六节 细菌对抗菌药物的敏感试验	/ 73
	第三章 病原性球菌及检验	/ 87
	第一节 葡萄球菌属	/ 87
	第二节 链球菌属	/ 91
	第三节 肠球菌属	/ 95
	第四节 奈瑟菌属	/ 98
	第四章 肠杆菌科及检验	/ 104
	第一节 概述	/ 104
	第二节 埃希菌属	/ 108
	第三节 沙门菌属	/ 111
	第四节 志贺菌属	/ 116
	第五节 耶尔森菌属	/ 119





第六节	变形杆菌属	/ 122
第七节	肠杆菌科其他菌属	/ 124
<b>第五章</b>	<b>弧菌科及检验</b>	/ 128
第一节	弧菌属	/ 129
第二节	气单胞菌属与邻单胞菌属	/ 135
<b>第六章</b>	<b>非发酵菌及检验</b>	/ 139
第一节	假单胞菌属	/ 140
第二节	不动杆菌属	/ 143
第三节	产碱杆菌属	/ 144
第四节	其他非发酵革兰阴性杆菌	/ 145
<b>第七章</b>	<b>其他革兰阴性苛养菌及检验</b>	/ 148
第一节	嗜血杆菌属	/ 148
第二节	鲍特菌属	/ 150
第三节	布鲁菌属	/ 151
第四节	军团菌属	/ 153
第五节	弯曲菌属	/ 155
第六节	螺杆菌属	/ 156
<b>第八章</b>	<b>需氧或兼性厌氧革兰阳性杆菌及检验</b>	/ 160
第一节	棒状杆菌属	/ 160
第二节	需氧芽胞杆菌属	/ 162
第三节	产单核细胞李斯特菌和红斑丹毒丝菌	/ 166
<b>第九章</b>	<b>厌氧菌及检验</b>	/ 169
第一节	概述	/ 169
第二节	梭状芽胞杆菌属	/ 172
第三节	无芽胞厌氧杆菌	/ 177
第四节	其他厌氧性细菌	/ 177
<b>第十章</b>	<b>分枝杆菌及检验</b>	/ 179
第一节	结核分枝杆菌	/ 179
第二节	非典型分枝杆菌	/ 183
第三节	麻风分枝杆菌	/ 184

▷ **第二篇 病毒及检验** ..... / 186

<b>第十一章</b>	<b>病毒学基础</b>	/ 186
第一节	病毒形态、结构与化学组成	/ 186

第二节	病毒的增殖与遗传变异	/ 188
第三节	理化因素对病毒的影响	/ 191
第四节	病毒的感染和免疫	/ 192
<b>第十二章</b>	<b>病毒感染的检验方法</b>	/ 195
第一节	标本采集与运送	/ 195
第二节	病毒的分离与鉴定	/ 196
第三节	病毒感染的快速诊断方法	/ 200
<b>第十三章</b>	<b>常见病毒及检验</b>	/ 203
第一节	呼吸道病毒	/ 203
第二节	肠道病毒	/ 211
第三节	肝炎病毒	/ 214
第四节	逆转录病毒	/ 225
第五节	疱疹病毒	/ 229
第六节	其他病毒及朊粒	/ 233
<b>第三篇</b>	<b>其他微生物及检验</b>	/ 242
<b>第十四章</b>	<b>真菌及检验</b>	/ 242
第一节	真菌的生物学性状	/ 242
第二节	真菌感染的常规检验方法	/ 246
第三节	常见病原性真菌及检验	/ 250
<b>第十五章</b>	<b>支原体、衣原体、立克次体、螺旋体及检验</b>	/ 255
第一节	支原体	/ 255
第二节	衣原体	/ 257
第三节	立克次体	/ 259
第四节	螺旋体	/ 260
<b>第十六章</b>	<b>放线菌及检验</b>	/ 264
第一节	放线菌属	/ 264
第二节	诺卡菌属	/ 266
<b>第四篇</b>	<b>临床微生物学检验</b>	/ 269
<b>第十七章</b>	<b>临床标本的细菌学检验</b>	/ 269
第一节	概述	/ 269
第二节	临床常见标本的细菌学检验	/ 273
<b>第十八章</b>	<b>医院感染及检测</b>	/ 288



第一节 概述	/ 288
第二节 医院感染的监测与控制	/ 291
<b>第十九章 微生物检验的质量保证与实验室生物安全</b>	<b>/ 296</b>
第一节 微生物检验的质量保证	/ 296
第二节 微生物实验室生物安全	/ 303
<b>第二十章 微生物的自动化检验</b>	<b>/ 311</b>
第一节 微生物数码分类鉴定系统	/ 311
第二节 微生物自动培养系统	/ 312
第三节 微生物自动鉴定和药敏试验分析系统	/ 314
<b>中英文对照</b>	<b>/ 317</b>
<b>参考文献</b>	<b>/ 324</b>

# 绪 论

## 学习任务

掌握:微生物的概念、特点、种类。

熟悉:微生物学的概念;临床微生物学检验的任务与原则。

了解:微生物的分类与命名;微生物与人类的关系;微生物学发展简史。

### 一、微生物

#### (一) 微生物的概念

微生物(microorganism)是一类个体微小、结构简单、肉眼不能直接看见、必须借助于光学显微镜或电子显微镜才能观察到的微小生物。

#### (二) 微生物的特点

微生物除具有一切生物所共有的生命特征外,还有其本身的特点。

##### 1. 个体小、面积大

微生物个体极其微小,需借助显微镜放大数百倍、数千倍甚至数万倍才能看清,通常用微米( $\mu\text{m}$ )或纳米( $\text{nm}$ )来描述微生物的大小。由于个体微小,微生物的比表面积(单位体积内的表面积与体积之比)就非常大,如总体积为 $1\text{ cm}^3$ 的葡萄球菌(直径为 $1\ \mu\text{m}$ ),其比表面积达 $60\ 000\ \text{cm}^2$ 。拥有巨大的比表面积是微生物与大型生物相区别的关键所在。

##### 2. 吸收多、代谢旺

微生物通过其细胞表面来完成与外界的物质交换,巨大的比表面积有利于它们迅速地吸收营养、排出代谢产物。单位重量的微生物代谢强度要比高等动植物的代谢强度高数万倍,如大肠埃希菌在合适条件下,每小时可分解相当于自身重量 $100\sim 1\ 000$ 倍的乳糖。代谢旺的另一个表现形式就是微生物的代谢类型非常多:既可以以 $\text{CO}_2$ 为碳源进行自养型生长,也可以以有机物为碳源进行异养型生长;既可以以光能为能源,也可以以化学能为能源;既可以在需氧条件下生长,又可以在厌氧条件下生长。微生物的这一特性为其高速繁殖和产生大量代谢产物创造了条件。

##### 3. 食谱杂、繁殖快

微生物利用物质的能力很强:不但能利用蛋白质、糖类、脂肪、无机盐等,还能利用一些动植物不能利用甚至对动植物有害的物质,如纤维素、石油、塑料、氰化物等。这一特性有



助于微生物的人工培养,也有助于开展综合利用,变废为宝,为社会创造财富。

微生物具有简单的繁殖方式和惊人的繁殖速度,如大肠埃希菌以二分裂方式繁殖,适宜条件下每 20~30 min 即可繁殖一代,照此速度计算,一个大肠埃希菌经 24 h 可繁殖出  $4.7 \times 10^{23}$  个后代。微生物繁殖迅速,为在短时间内获得大量微生物细胞及代谢产物(如抗生素等)提供了条件,但如果微生物进入人体,就可能在短时间内造成严重的感染。

#### 4. 适应强、易变异

微生物对环境尤其是恶劣的“极端环境”有极强的适应能力。例如:某些硫细菌可在 250 °C 的高温条件下正常生长;大多数细菌能耐 -196~0 °C;一些嗜盐菌能在饱和盐水(含盐量为 32%)中生存;许多微生物尤其是产芽胞的细菌可在干燥条件下保藏几十年。

微生物多为单倍体,加上其与外界接触面积大、代谢旺、繁殖快等特点,从而容易受环境因素影响而发生性状变化。如:受 0.1% 石炭酸的影响,变形杆菌失去鞭毛;受 3% NaCl 的影响,鼠疫耶尔森菌可发生形态改变。尽管变异的概率只有  $10^{-10} \sim 10^{-5}$ ,微生物却可以通过快速的繁殖在短时间内产生大量变异的后代,在外界环境发生剧烈变化时,变异的个体能适应新的环境而生存下来。

#### 5. 种类多、分布广

微生物种类繁多,目前人们所了解的微生物种类约有 10 万种,在人类生产和生活中开发利用的微生物种类仅占其中的 1%。有人估计目前已知的种类只占地球实际存在的微生物总数的 20%,微生物很可能是地球上种类最多的生物。

虽然我们不能直接看见微生物,但它们却是无处不在、无孔不入:85 km 的高空、11 km 的海底、2 km 深的地层、近 100 °C 的温泉、-60 °C 的南极都有微生物存在。人体内和体表有很多微生物,如:人体肠道经常聚居 100~400 种微生物;一双成人的手上可带有 4 万~40 万个细菌。

### (三) 微生物的种类

根据微生物有无细胞结构、微生物的分化程度和化学组成,可将微生物分为三大类型。

(1) 原核细胞型微生物:单细胞组成,细胞核分化程度低,无核膜、核仁,染色体为裸露的 DNA 分子,胞浆中缺乏完整的细胞器。此类微生物主要有细菌、放线菌、支原体、衣原体、立克次体和螺旋体等。

(2) 真核细胞型微生物:细胞核分化程度高,有典型的核结构(核膜、核仁和染色体),胞浆内有完整的细胞器。此类微生物主要有真菌。

(3) 非细胞型微生物:无细胞结构,由单一种类的核酸(DNA 或 RNA)与蛋白质衣壳组成,有的仅由核酸或蛋白质组成。缺乏细胞器和产生能量的酶系统,必须寄生于活的易感细胞中生长繁殖。此类微生物有病毒、类病毒和朊病毒(又称朊粒)。

### (四) 微生物的分类和命名

#### 1. 微生物在生物分类中的地位

自然界中的生物最初被分为动物界和植物界,随着对微生物的发现、研究和认识,分类系统也发生了变化。目前的分类体系是将所有生物分成六个界:动物界、植物界、原生生物界、原核生物界、真菌界、病毒界。微生物分属于除动物界和植物界之外的四界(图 0-1)。

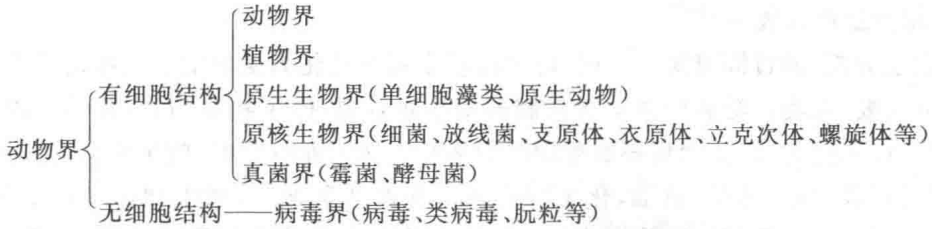


图 0-1 生物界的分类及微生物的地位

## 2. 微生物分类的等级

微生物的分类等级与其他生物相同,依次为界、门、纲、目、科、属、种。微生物分类中较重要的是属和种,种是微生物最基本的分类单位,但在同一菌种中,仍有某些性状存在差异,因此,在种之下还可分亚种(变种)、型、菌株(品系)各等级。

(1) 属:生物性状基本相同、具有密切关系的微生物菌种组成属。

(2) 种:一大群生物性状高度相似、亲缘关系非常接近、与同属其他菌种有明显差异的菌株的总称。现代分类学上规定种内菌株的 DNA 同源性达 70% 以上,或 16SrRNA 序列同源性达 90% 以上。

(3) 亚种或变种:从自然界分离到的微生物纯种,如果与典型种之间的某些特征存在差别,而这些特征又能稳定遗传,则可将这一纯种称为典型种的亚种或变种。如脆弱拟杆菌卵形亚种、枯草芽胞杆菌黑色变种。

(4) 型:自然界存在的差异较小的同种微生物的不同类型,称为型。如生物型、血清型、噬菌体型等。

(5) 菌株:又称品系,是来源不同的同种微生物的纯培养物。一种微生物的每一个不同来源的纯培养物均可称为该菌种的一个菌株。具有某菌种典型的生物学特征的菌株称为标准菌株。标准菌株是菌种分类、鉴定、命名的依据,也可作为质量控制的标准。

## 3. 细菌的命名

目前多采用国际通用的拉丁文双命名法。一个细菌种的学名由属名和种名组成,属名在前,用名词且首写字母大写,也可不将全文写出,仅以首写字母代替;种名在后,用形容词,全部小写。两者均用斜体字。中文译名的属名和种名的顺序与拉丁文相反。若细菌为亚种,则将亚种名缩写(并用正体,如 subsp.)和亚种名称加于种名之后。如:

金黄色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus* 或 *S. aureus*

大肠埃希菌 *Escherichia coli* 或 *E. coli*

空肠弯曲菌空肠亚种 *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* 或 *C. jejuni* subsp. *jejuni*

## (五) 微生物与人类的关系

### 1. 参与自然界的物质循环

微生物代谢能力强,并能产生多种代谢产物被其他生物利用。因此,微生物在自然界的物质循环中起着十分重要的作用。以碳素循环为例,绿色植物的光合作用需要  $\text{CO}_2$ ,如果没有微生物通过新陈代谢产生  $\text{CO}_2$  释放到环境中,大气中的  $\text{CO}_2$  只够绿色植物利用 20 年。据估计,地球上 90% 的  $\text{CO}_2$  是依靠微生物的代谢活动形成的。又如,土壤中的微生物能将环境中的蛋白质(如动物、植物的尸体)转化为无机含氮化合物,以满足植物的生长需要。可以说,如果没有微生物,植物就不能进行新陈代谢,而人类和动物也将无法生存。



## 2. 用于生产实践

在农业方面:通过固氮菌的作用,可将环境中氮气转化为氨而增强土壤的肥力,满足植物生长的需要;人类广泛利用微生物来制备微生物饲料、微生物农药等,开辟了以菌造肥、以菌催长、以菌防病、以菌治病等农业增产新途径。在工业生产中,微生物被广泛用于食品加工、酿造以及皮革、纺织、石油、化工等领域。在医药工业上,微生物也可用于生产抗生素、维生素、氨基酸、酶制剂以及疫苗等,如:人类发现的首例抗生素——青霉素就是微生物的代谢产物;可预防结核病的卡介苗也是应用微生物(结核分枝杆菌)制备而成的。

## 3. 微生物的危害

大多数微生物对人类是有益无害的,有些还是必需的,但其中有一部分对人类可造成较大的危害。

(1) 引起污染:无处不在的微生物可污染药物、食品,使其发生变质,从而导致药源性疾病、食源性疾病;可污染培养基等实验材料,影响细菌检验结果;可污染医院环境、医疗器械等,引发医院感染。

(2) 引起疾病:少部分微生物可引起人和动植物疾病或病害,这些具有致病作用的微生物称为病原微生物(pathogenic microorganism)。人类的许多传染病,如传染性很强的流感、肺炎等,感染率较高的肝炎,危害大、死亡率高的艾滋病等,均由相应的微生物感染引起。还有些微生物正常情况下寄居于人体内,对人体无害,但当机体免疫力下降,或微生物寄居位置改变,或微生物群出现平衡失调时,则可引起疾病,这类微生物又称为条件致病微生物。如大肠埃希菌寄居在肠道不致病,但若移至腹腔、胆囊、泌尿道就能引起感染性疾病。

# 二、微生物学

## (一) 微生物学的概念

微生物学(microbiology)是生物学的一个分支,是研究微生物的生物学性状(形态结构、生命活动及其规律、遗传变异等)、生态分布,以及微生物与人类、动植物、自然界之间相互关系的一门学科。学习、研究微生物学,有利于开发微生物资源,为人类生活生产服务;有利于控制微生物的有害作用。

随着研究范围的日益扩大和深入,微生物学又逐渐形成了许多分支学科:按研究内容划分,有微生物分类学、微生物生理学、微生物生态学、微生物遗传学等;按研究对象划分,有细菌学、真菌学、放线菌学、病毒学等;按微生物所在生态环境划分,有土壤微生物学、环境微生物学、海洋微生物学等;按应用领域划分,有医学微生物学、工业微生物学、农业微生物学、药用微生物学、食品微生物学、卫生微生物学等。

医学微生物学主要是研究与医学和疾病有关的病原微生物的生物学性状、致病性、免疫性以及特异性诊断和防治措施的学科,目的是控制和消灭微生物引起的感染性疾病,以保障和提高人类健康水平。

## (二) 微生物发展简史

在古代,人们虽然未见过微生物,但利用微生物进行工农业生产和疾病防治却有着悠久的历史。如我国北魏《齐民要术》里就记载有酿酒、制酱、造醋等方法。民间用盐腌、糖渍、烟熏、风干等方法保存食物,其原理也是通过抑制微生物生长来防止食物变质。11世

纪初,刘真人提出肺癆由“小虫”引起;明朝《本草纲目》中有对患者穿过的衣服应进行消毒的记载;明隆庆年间(1567—1572年)我国率先开创了用人痘接种预防天花的方法,后传至俄国、朝鲜、日本、英国等。

1674年,荷兰人列文虎克(Antony Van Leeuwenhoek, 1632—1723年)利用自制的显微镜,从雨水、牙垢、粪便等标本中观察到了许多“小动物”,并正确地描述了这些“小动物”,为微生物的存在提供了有力的证据,从而揭开了这一微观世界的神秘面纱。后来,人们使用倍数更高的显微镜观察、研究这些“小动物”,并知道了它们与人类之间的密切关系时,才真正意识到列文虎克对人类认识世界所作出的伟大贡献。

自列文虎克首次观察到微生物之后的近200年间,人们对微生物的研究主要停留在形态描述的水平上,对微生物的生命活动规律、微生物与人类的关系等方面的认识较少。19世纪60年代法国科学家巴斯德(Louis Pasteur, 1822—1895年)通过著名的“曲颈瓶”实验证明有机物质的腐败是由微生物引起的,从而推翻了当时盛行的自然发生学说,并通过反复实验,创立了至今仍仍在使用的“巴氏消毒法”,该法广泛用于牛奶、酒类的消毒处理。随后,巴斯德又开始研究人、禽、畜的传染病(狂犬病、炭疽病和鸡霍乱等),证明这些传染病都是由相应微生物引起的,还发明并使用了狂犬病疫苗。巴斯德在微生物方面的科学研究成果,为微生物学的发展建立了不朽的功勋,被后人誉为微生物学之父。

在巴斯德的影响下,英国外科医生李斯特(Joseph Lister, 1827—1912年)开创了用苯酚(碳酸)喷洒手术室和煮沸手术器材,为防腐、消毒以及无菌操作奠定了基础。

另一位为微生物学作出巨大贡献的人是德国医生科赫(Robert Koch, 1843—1910年)。他的功绩主要有以下几个方面。①研制了用固体培养基代替液体培养基的方法,他将标本中的细菌分离成单个菌落,从而建立了纯培养技术,他陆续分离出炭疽芽胞杆菌、结核分枝杆菌、霍乱弧菌等病原菌。②创立了细菌染色技术和实验动物感染技术,为发现传染病的病原体提供了实验手段。③提出了确定特定疾病与特定微生物相互关联的著名“科赫法则”,主要内容是:在相同的传染病中可发现相同的病原菌,而健康机体中不存在;可在体外获得这种病原菌的纯培养物;将此病原菌接种于健康动物可引起相同的疾病,并能从患病动物体内重新分离出该病原菌。这一法则对鉴定病原菌起了重要的指导作用,也为研究病原微生物致病性奠定了基础。

1892年俄国学者伊凡诺夫斯基发现第一种病毒即烟草花叶病病毒,开创了人类认识、研究病毒的历史。1901年美国学者Waltre Reed首次分离出对人类致病的黄热病毒。1951年英国学者Twort发现了感染细菌的病毒——噬菌体。随着研究技术的发展,20世纪70年代后又相继发现了类病毒、朊粒等。

1910年德国化学家欧立希(Ehrlich)合成了治疗梅毒的砷剂,开创了传染性疾病的化学治疗法。1929年英国细菌学家弗莱明(Alexander Fleming)发现青霉素,并于20世纪40年代应用于临床治疗传染性疾病,取得惊人的效果。青霉素的发现和应用极大地鼓舞了微生物学家,随后链霉素、氯霉素、红霉素、土霉素等多种抗生素陆续被发现,并广泛应用于临床,为人类健康作出了巨大贡献。

在微生物学的发展历程中,我国学者也作出了巨大贡献。20世纪30年代,学者黄祯祥发现并首创了病毒体外培养技术,为现代病毒性奠定了基础。20世纪50年代,病毒学家汤非凡首先发现了沙眼衣原体;病毒学家朱既明首次将流感病毒裂解为亚单位,提出了流感病毒结





构图像,为亚单位疫苗的研究提供了原理和方法。此外,我国在流行性出血热病因、EB病毒与鼻咽癌的发病机制、肝炎病毒、SARS 冠状病毒等方面的研究已进入世界前列。

近几十年来,由于生物化学、遗传学、细胞生物学、分子生物学等学科的发展,以及电子显微镜技术、免疫学技术、分子生物学技术、细胞培养等技术的创建和进步,对微生物的研究突破了细胞水平,已可以从分子水平上来探讨微生物的生物特性、致病性及其检测方法,促进了医学微生物学的发展。培养技术的提高,使一些新的病原微生物,如军团菌、幽门螺杆菌、埃博拉病毒、人类免疫缺陷病毒、SARS 冠状病毒等相继被发现(表 0-1),人们对相应疾病的病因有了更深入的认识和了解。

表 0-1 1973 年以来发现的重要病原微生物

病原微生物	所致疾病	发现年代
轮状病毒	婴儿腹泻	1973
细小病毒 B19	慢性溶血性贫血	1975
埃博拉病毒	出血热	1977
嗜肺军团菌	军团菌病	1977
空肠弯曲菌	肠炎	1977
汉坦病毒	肾综合征出血热	1978
嗜人 T 淋巴细胞白血病病毒 I 型	成人 T 淋巴细胞白血病	1980
大肠埃希菌 O157	肠出血性综合征	1982
嗜人 T 淋巴细胞白血病病毒 I 型	毛细胞白血病	1982
伯氏疏螺旋体	莱姆病	1982
人类免疫缺陷病毒	艾滋病	1983
肺炎衣原体	肺炎衣原体病	1983
幽门螺杆菌	胃炎	1983
牛海绵状脑病朊粒	变性性克-雅病(疯牛病)	1986
人疱疹病毒 6 型	猝发蔷薇病	1986
戊型肝炎病毒	戊型肝炎	1988
丙型肝炎病毒	丙型肝炎	1989
霍乱弧菌 O139	流行性霍乱	1992
汉塞巴尔通体	猫抓病	1992
辛诺柏病毒	呼吸窘迫综合征	1993
人疱疹病毒 8 型	卡波西肉瘤	1994
Sabia 病毒	巴西出血热	1994
庚型肝炎病毒	庚型肝炎	1995
西尼罗病毒	西尼罗热	1999
尼派病毒	病毒性脑炎	1999
SARS 冠状病毒	严重急性呼吸综合征	2003