



全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材



全国高等中医药院校规划教材（第十版）

微生物学与免疫学

（新世纪第三版）

（供中药学、药学类专业用）

主 编 袁嘉丽 刘永琦

全国百佳图书出版单位
中国中医药出版社

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

微生物学与免疫学

（新世纪第三版）

（供中药学、药学类专业用）

主 编

袁嘉丽（云南中医学院）

刘永琦（甘肃中医药大学）

副主编（以姓氏笔画为序）

卢芳国（湖南中医药大学）

田维毅（贵阳中医学院）

边育红（天津中医药大学）

高永翔（成都中医药大学）

编 委（以姓氏笔画为序）

马志红（河北中医学院）

马海梅（新疆医科大学）

王 焱（黑龙江中医药大学）

元海军（山西中医药大学）

田敬华（首都医科大学附属
北京中医医院）

佟书娟（南京中医药大学）

汪长中（安徽中医药大学）

运晨霞（陕西中医药大学）

苏 韞（甘肃中医药大学）

张宏方（陕西中医药大学）

张颖颖（山东中医药大学）

范 虹（湖北中医药大学）

周 宏（长春中医药大学）

姜 成（福建中医药大学）

姜 昕（上海中医药大学）

桑圣刚（海南医学院）

梅 雪（河南中医药大学）

韩妮萍（云南中医学院）

韩晓伟（辽宁中医药大学）

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

微生物学与免疫学 / 袁嘉丽, 刘永琦主编. —3 版. —北京:
中国中医药出版社, 2017.7

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5132-4167-0

I. ①微… II. ①袁… ②刘… III. ①医学微生物学-高等学校
-教材 ②医学-免疫学-高等学校-教材 IV. ①R37 ②R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 093125 号

请到“医开讲 & 医教在线”(网址: www.e-lesson.cn)
注册登录后, 刮开封底“序列号”激活本教材数字化内容。



中国中医药出版社出版

北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层

邮政编码 100013

传真 010 64405750

河北省武强县画业有限责任公司印刷

各地新华书店经销

开本 850×1168 1/16 印张 16.5 字数 411 千字

2017 年 7 月第 3 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5132-4167-0

定价 55.00 元

网址 www.cptcm.com

社长热线 010-64405720

购书热线 010-89535836

侵权打假 010-64405753

微信服务号 zgzyycbs

微商城网址 <https://kdt.im/LIdUGr>

官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

天猫旗舰店网址 <https://zgzyycbs.tmall.com>

如有印装质量问题请与本社出版部联系 (010 64405510)

版权专有 侵权必究

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

专家指导委员会

名誉主任委员

王**国**强（国家卫生计生委副主任 国家中医药管理局局长）

主任委员

王**志**勇（国家中医药管理局副局长）

副主任委员

王**永**炎（中国中医科学院名誉院长 中国工程院院士）

张**伯**礼（教育部高等学校中医学类专业教学指导委员会主任委员
天津中医药大学校长）

卢**国**慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

委员（以姓氏笔画为序）

马**存**根（山西中医药大学校长）

王**键**（安徽中医药大学教授）

王**省**良（广州中医药大学校长）

王**振**宇（国家中医药管理局中医师资格认证中心主任）

方**剑**乔（浙江中医药大学校长）

孔**祥**骊（河北中医学院院长）

石**学**敏（天津中医药大学教授 中国工程院院士）

匡**海**学（教育部高等学校中药学类专业教学指导委员会主任委员
黑龙江中医药大学教授）

吕**文**亮（湖北中医药大学校长）

刘**力**（陕西中医药大学校长）

刘**振**民（全国中医药高等教育学会顾问 北京中医药大学教授）

安**冬**青（新疆医科大学副校长）

许**二**平（河南中医药大学校长）

孙忠人（黑龙江中医药大学校长）
严世芸（上海中医药大学教授）
李占永（中国中医药出版社副总编辑）
李秀明（中国中医药出版社副社长）
李金田（甘肃中医药大学校长）
杨 柱（贵阳中医学院院长）
杨关林（辽宁中医药大学校长）
余曙光（成都中医药大学校长）
宋柏林（长春中医药大学校长）
张欣霞（国家中医药管理局人事教育司师承继教处处长）
陈可冀（中国中医科学院研究员 中国科学院院士 国医大师）
陈立典（福建中医药大学校长）
陈明人（江西中医药大学校长）
武继彪（山东中医药大学校长）
范吉平（中国中医药出版社社长）
林超岱（中国中医药出版社副社长）
周仲瑛（南京中医药大学教授 国医大师）
周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处副处长）
胡 刚（南京中医药大学校长）
洪 净（全国中医药高等教育学会理事长）
秦裕辉（湖南中医药大学校长）
徐安龙（北京中医药大学校长）
徐建光（上海中医药大学校长）
唐 农（广西中医药大学校长）
彭代银（安徽中医药大学校长）
路志正（中国中医科学院研究员 国医大师）
熊 磊（云南中医学院院长）

秘 书 长

王 键（安徽中医药大学教授）
卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）
范吉平（中国中医药出版社社长）

办公室主任

周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处副处长）
林超岱（中国中医药出版社副社长）
李秀明（中国中医药出版社副社长）
李占永（中国中医药出版社副总编辑）

编审专家组

组 长

王国强（国家卫生计生委副主任 国家中医药管理局局长）

副组长

张伯礼（中国工程院院士 天津中医药大学教授）

王志勇（国家中医药管理局副局长）

组 员

卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

严世芸（上海中医药大学教授）

吴勉华（南京中医药大学教授）

王之虹（长春中医药大学教授）

匡海学（黑龙江中医药大学教授）

王 键（安徽中医药大学教授）

刘红宁（江西中医药大学教授）

翟双庆（北京中医药大学教授）

胡鸿毅（上海中医药大学教授）

余曙光（成都中医药大学教授）

周桂桐（天津中医药大学教授）

石 岩（辽宁中医药大学教授）

黄必胜（湖北中医药大学教授）

前言

为落实《国家中长期教育改革和规划纲要（2010—2020年）》《关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》，适应新形势下我国中医药行业高等教育教学改革和中医药人才培养的需要，国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室（以下简称“教材办”）、中国中医药出版社在国家中医药管理局领导下，在全国中医药行业高等教育规划教材专家指导委员会指导下，总结全国中医药行业历版教材特别是新世纪以来全国高等中医药院校规划教材建设的经验，制定了“‘十三五’中医药教材改革工作方案”和“‘十三五’中医药行业本科规划教材建设工作总体方案”，全面组织和规划了全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材。鉴于由全国中医药行业主管部门主持编写的全国高等中医药院校规划教材目前已出版九版，为体现其系统性和传承性，本套教材在中国中医药教育史上称为第十版。

本套教材规划过程中，教材办认真听取了教育部中医学、中药学等专业教学指导委员会相关专家的意见，结合中医药教育教学一线教师的反馈意见，加强顶层设计和组织管理，在新世纪以来三版优秀教材的基础上，进一步明确了“正本清源，突出中医药特色，弘扬中医药优势，优化知识结构，做好基础课程和专业核心课程衔接”的建设目标，旨在适应新时期中医药教育事业发展和教学手段变革的需要，彰显现代中医药教育理念，在继承中创新，在发展中提高，打造符合中医药教育教学规律的经典教材。

本套教材建设过程中，教材办还聘请中医学、中药学、针灸推拿学三个专业德高望重的专家组成编审专家组，请他们参与主编确定，列席编写会议和定稿会议，对编写过程中遇到的问题提出指导性意见，参加教材间内容统筹、审读稿件等。

本套教材具有以下特点：

1. 加强顶层设计，强化中医经典地位

针对中医药人才成长的规律，正本清源，突出中医思维方式，体现中医药学科的人文特色和“读经典，做临床”的实践特点，突出中医理论在中医药教育教学和实践工作中的核心地位，与执业中医（药）师资格考试、中医住院医师规范化培训等工作对接，更具有针对性和实践性。

2. 精选编写队伍，汇集权威专家智慧

主编遴选严格按照程序进行，经过院校推荐、国家中医药管理局教材建设专家指导委员会专家评审、编审专家组认可后确定，确保公开、公平、公正。编委优先吸纳教学名师、学科带头人和一线优秀教师，集中了全国范围内各高等中医药院校的权威专家，确保了编写队伍的水平，体现了中医药行业规划教材的整体优势。

3. 突出精品意识，完善学科知识体系

结合教学实践环节的反馈意见，精心组织编写队伍进行编写大纲和样稿的讨论，要求每门

教材立足专业需求,在保持内容稳定性、先进性、适用性的基础上,根据其在整个中医知识体系中的地位、学生知识结构和课程开设时间,突出本学科的教学重点,努力处理好继承与创新、理论与实践、基础与临床的关系。

4. 尝试形式创新,注重实践技能培养

为提升对学生实践技能的培养,配合高等中医药院校数字化教学的发展,更好地服务于中医药教学改革,本套教材在传承历版教材基本知识、基本理论、基本技能主体框架的基础上,将数字化作为重点建设目标,在中医药行业教育云平台的总体构架下,借助网络信息技术,为广大师生提供了丰富的教学资源 and 广阔的互动空间。

本套教材的建设,得到国家中医药管理局领导的指导与大力支持,凝聚了全国中医药行业高等教育工作者的集体智慧,体现了全国中医药行业齐心协力、求真务实的工作作风,代表了全国中医药行业为“十三五”期间中医药事业发展和人才培养所做的共同努力,谨向有关单位和个人致以衷心的感谢!希望本套教材的出版,能够对全国中医药行业高等教育教学的发展和中医药人才的培养产生积极的推动作用。

需要说明的是,尽管所有组织者与编写者竭尽心智,精益求精,本套教材仍有一定的提升空间,敬请各高等中医药院校广大师生提出宝贵意见和建议,以便今后修订和提高。

国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室

中国中医药出版社

2016年6月

编写说明

本教材的前身为《微生物学》，供中医药院校中药学、药学类等相关专业使用。在全国中医药院校十余年使用过程中，教师们普遍反映免疫学知识占比较少，随着免疫学科的发展，免疫预防药物、免疫诊断试剂、免疫治疗药物已经成为药企和临床药师必备的基础知识之一，有鉴于此，编委会申请并获得国家中医药管理局教材建设工作委员会的批准，在全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材的编写时，将《微生物学》更名为《微生物学与免疫学》。

微生物学与免疫学是面向全国高等医药及中医药院校中药学、药学类专业的规划教材，从细胞、分子水平讲清概念，阐述规律，内容简明、清晰，基础性与前沿性并重，可读性强，主要体现出科学性、先进性、实用性、可拓展性和精炼性等特点。教材分为三篇：第一篇为微生物学概述，主要介绍与医药学相关的微生物的生物学特性、与宿主的相互关系及临床诊疗原则；第二篇为免疫学基础，主要介绍免疫系统的组成、功能和作用机制，免疫异常所致的病理损伤，免疫学在疾病的诊断、治疗和预防中的应用；第三篇为微生物学与免疫学应用，主要介绍微生物学与免疫学在药品生产、检验中的应用。

参加本教材编写的有 23 所医学院校 25 位专业教师，第一篇由袁嘉丽、边育红、卢芳国、韩晓伟、元海军、周宏、梅雪、范虹、张颖颖、张宏方和韩妮萍编写；第二篇由刘永琦、高永翔、苏韞、王焱、汪长中、佟书娟、姜成、姜昕和马海梅编写；第三篇由田维毅、田敬华、马志红、运晨霞和桑圣刚编写。编委会全体成员集思广益，博采众长，辛勤耕耘，完成本教材的编写工作。

本教材数字化工作是在国家中医药管理局中医药教育教学改革研究项目的支持下，由中国中医药出版社资助展开的。该项目（编号：GJYJS16147）由袁嘉丽负责，全体编委会共同参与完成。

由于编委会成员学识有限，教材中若有不足之处，敬请广大师生和读者提出宝贵意见，以便再版时修订提高。

《微生物学与免疫学》编委会

2017 年 4 月

目 录

第一篇 微生物学概述	1	第三章 常见致病病毒	40
第一章 微生物学绪论	1	第一节 RNA 病毒	40
第一节 微生物与微生物学	1	一、流行性感冒病毒	40
一、生物类群的划分与微生物分类	1	二、冠状病毒	44
二、人类与微生物的相互关系	3	三、其他常见致病 RNA 病毒	47
三、微生物学的形成与发展	5	第二节 DNA 病毒	48
四、微生物与医药学	9	一、疱疹病毒	48
第二节 微生物与微生物生态学	10	二、其他常见致病 DNA 病毒	52
一、自然环境中的微生物分布	10	第三节 逆转录病毒	52
二、人体微生态系统	14	一、乙型肝炎病毒	52
三、人体微生态与中药调节	17	二、人类免疫缺陷病毒	57
第三节 微生物的控制与生物安全	18	第四章 医学细菌	63
一、病原微生物控制的基本概念	19	第一节 细菌的形态与结构	63
二、微生物控制的主要方法	19	一、细菌的形态	63
三、微生物控制的影响因素	24	二、细菌的结构	66
四、生物安全	26	第二节 细菌的增殖与培养	71
第二章 医学病毒	29	一、细菌生长繁殖的条件	71
第一节 病毒的形态与结构	29	二、细菌增殖的方式与生长曲线	72
一、病毒的形态	29	三、细菌的代谢	73
二、病毒的结构	30	四、细菌的人工培养	75
第二节 病毒的增殖与培养	31	第三节 细菌的遗传与变异	76
一、病毒的增殖	31	一、细菌的变异现象	77
二、病毒的人工培养	33	二、细菌的变异机制	78
第三节 病毒的遗传变异	34	三、细菌变异的医学意义	80
一、病毒的变异现象	34	第四节 细菌的感染与免疫	80
二、病毒变异的机制	35	一、细菌感染	81
三、病毒变异的医学意义	35	二、抗细菌免疫	82
第四节 病毒的感染与抗病毒免疫	35	第五章 常见致病细菌	84
一、病毒的感染	36	第一节 革兰阳性致病菌	84
二、抗病毒免疫	38	一、链球菌属	84

二、葡萄球菌属	86	三、免疫应答的类型和结局	124
三、支原体目	89	四、免疫学的发展历程	126
四、放线菌目	91	第二节 抗原	128
五、破伤风梭菌	93	一、抗原的基本性能	128
六、其他常见致病革兰阳性菌	95	二、抗原的特异性和交叉反应	128
第二节 革兰阴性致病菌	96	三、影响抗原免疫原性的因素	129
一、埃希菌属	96	四、抗原的种类	130
二、沙门菌属	98	五、非特异性免疫细胞激活物	131
三、志贺菌属	100	第八章 免疫系统	134
四、铜绿假单胞菌	102	第一节 免疫器官与组织	134
五、螺旋体目	103	一、中枢免疫器官	134
六、衣原体科	104	二、外周免疫器官和组织	136
七、立克次体目	106	三、淋巴细胞归巢与再循环	138
八、常见其他致病革兰阴性菌	108	第二节 免疫细胞	138
第六章 医学真菌	110	一、固有免疫细胞	138
第一节 真菌的形态与结构	110	二、适应性免疫细胞	140
一、真菌的形态	110	三、抗原提呈细胞	142
二、真菌的结构	112	第三节 免疫分子	143
第二节 真菌的增殖与培养	112	一、免疫球蛋白	143
一、真菌的生长条件	112	二、补体系统	147
二、真菌的代谢	113	三、细胞因子	149
三、真菌的繁殖	113	四、MHC 及其编码分子	152
四、真菌的人工培养	113	五、其他免疫分子	154
第三节 真菌的致病性	114	第九章 免疫应答	156
一、感染性真菌病	114	第一节 固有免疫应答	156
二、非感染性真菌病	115	一、固有免疫系统的组成及其作用	156
第四节 常见致病真菌	116	二、固有免疫识别	161
一、皮肤感染真菌	116	三、固有免疫应答的作用时相及特点	163
二、皮下感染真菌	117	四、固有免疫应答对适应性免疫应答的影响	164
三、深部感染真菌	118	第二节 适应性免疫应答	165
第二篇 免疫学基础	122	一、适应性免疫应答的基本过程	165
第七章 医学免疫学绪论	122	二、T 淋巴细胞介导的细胞免疫应答	168
第一节 医学免疫学概述	122	三、B 淋巴细胞介导的体液免疫应答	174
一、免疫的概念与功能	122	第三节 免疫耐受与免疫调节	177
二、免疫系统的组成	123	一、免疫耐受	177

二、免疫调节	178
第四节 免疫病理	178
一、过敏反应	179
二、自身免疫病	180
三、免疫缺陷病	181

第三篇 微生物药学与免疫学应用 183

第十章 微生物与药物 183

第一节 概述	183
一、微生物的药物利用	183
二、微生物药物的类型	186
第二节 抗微生物药物	187
一、抗微生物药物的类型与作用	187
二、微生物的耐药性	190
第三节 其他用途的微生物药物	192
一、以微生物本体为基础的微生物药物	193
二、以微生物代谢产物为基础的微生物药物	195
三、以“工程”微生物为载体的微生物药物	196
第四节 微生态制剂	200
一、概述	200
二、微生态制剂的临床应用	204
三、中药微生态制剂	205
四、微生态制剂的发展与展望	205

第十一章 药品生产中的微生物控制 206

第一节 药品生产中微生物污染的来源与防止	206
一、药品生产中微生物污染的来源	206
二、药品生产质量管理规范针对微生物污染的措施	207
第二节 药品生产中洁净室技术应用	207
一、药品生产受控环境分类	208
二、空气洁净度概念与测定指标	208

三、洁净室(区)分级标准	209
四、洁净室(区)的环境消毒	210
第三节 制药用水的质量控制	210
一、制药用水的种类与定义	210
二、制药用水制备与消毒	211
三、制药用水微生物污染的途径	211
四、制药用水系统的验证和监测	212
第四节 药品生产中灭菌和消毒技术的应用	213
一、灭菌技术的应用	213
二、消毒技术的应用	215
第五节 无菌药品生产的无菌保证	215
第六节 防止微生物污染的管理制度	217
一、人员管理	217
二、清洁消毒管理	218
三、生产管理	219

第十二章 微生物检测在药品检验中的应用 220

第一节 无菌检查	220
一、概念和应用范围	220
二、应用举例	223
第二节 微生物限度检查	224
一、概念和应用范围	224
二、应用举例	226
第三节 抗微生物药物作用检查	229
一、概念和应用范围	229
二、应用举例	229
第四节 微生态制剂检查	231
一、概念和应用范围	231
二、应用举例	232

第十三章 免疫学的药学应用 234

第一节 免疫学检测原理及技术	234
一、免疫学检测原理	234
二、免疫学检测制剂及应用	235
第二节 免疫预防制剂	236
一、人工免疫的分类和应用范围	236

二、用于人工主动免疫的生物制剂	236	规程	241
三、用于人工被动免疫的生物制剂	237	二、酮康唑乳膏微生物限度检查标准操作	
第三节 免疫治疗药物.....	238	规程	243
一、分子治疗制剂	238	三、妥布霉素滴眼液抗生素微生物鉴定法	
二、细胞治疗制剂	239	标准操作规程	247
三、免疫增强剂与抑制剂	240	四、微生物制剂干酵母片鉴别标准操作	
		规程	250
附录：药品微生物检测的标准操作			
规程			241

一、注射用青霉素钠无菌检查标准操作

第一篇 微生物学

第一章 微生物学绪论

在广袤的地球上，所有的生命形式都共处于一个具有高度生物多样性的自然环境中，人类亦不例外。在这样一个丰富多彩的生物世界中，形形色色的物种间相互依存、相互斗争、相互拮抗，共同演绎了我们今天所生存的生物环境。其中，人类与微生物（microorganism）的共处，以微生物对人类生存和发展的巨大影响及对人类物质与精神生活的决定性作用而日益受到人类的关注。

第一节 微生物与微生物学

在人类的科学发现史上，微生物不是一个古老的概念，自1676年荷兰人列文虎克（Antony van Leeuwenhoek, 1632—1723）使用 microbe 一词并被公众接受迄今仅300多年。与人类诞生之时就朝夕相伴的动物、植物比较，我们对“微生物”这个概念的认识无论在空间与时间、深度与广度上都还显得十分肤浅，“微生物”在生物分类学中所处的位置也逐渐成为人们关心的问题。

一、生物类群的划分与微生物分类

（一）生物类群的划分

瑞典博物学家林奈（Carolus Linnaeus, 1707—1778）是生物分类学的奠基人，1735年出版的《自然系统》（*Systema Naturae*）和1753年出版的《植物种志》（*Species Plantarum*）中林奈将自然界分为矿物、植物和动物，用了纲、目、属、种四个分类等级，以双名制命名法对生物进行分类和命名。“林奈系统”是一种人为分类体系，即按分类者的意愿选取少数特征作为分类依据，而没有全面考虑生物的特征、演化及它们之间的亲缘关系。1859年，达尔文的《物种起源》出版之后，演化论思想在分类学中得到贯彻，生物学家和分类学家认识到系统发育的亲缘关系是生物进化过程的实际反映，因此开始试图按照生物系统发育的历史来描述生物的多层次分类系统（即所谓自然分类系统）。但受技术手段和传统观念的影响，迄今尚未能建立涵盖所有生命体的自然分类系统。

目前生物学界较为公认的分类是1969年 Whittaker 提出的五界系统，Whittaker 依据构成生命的细胞类型将生物分为原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。1990年

Woese 通过对各类生物 rRNA 序列进行分析, 认为 ssu rRNA (16S 或 18S) 序列是用于系统进化及分类研究最适宜的指标, 通过对各类生物的 ssu rRNA 进行比较, 提出“三域学说 (three domains proposal)” (图 1-1)。即在“界”之上设立“域”的概念, 并构建了三域生命进化树, 将所有细胞生物分为细菌域、古菌域、真核生物域三个生物域。

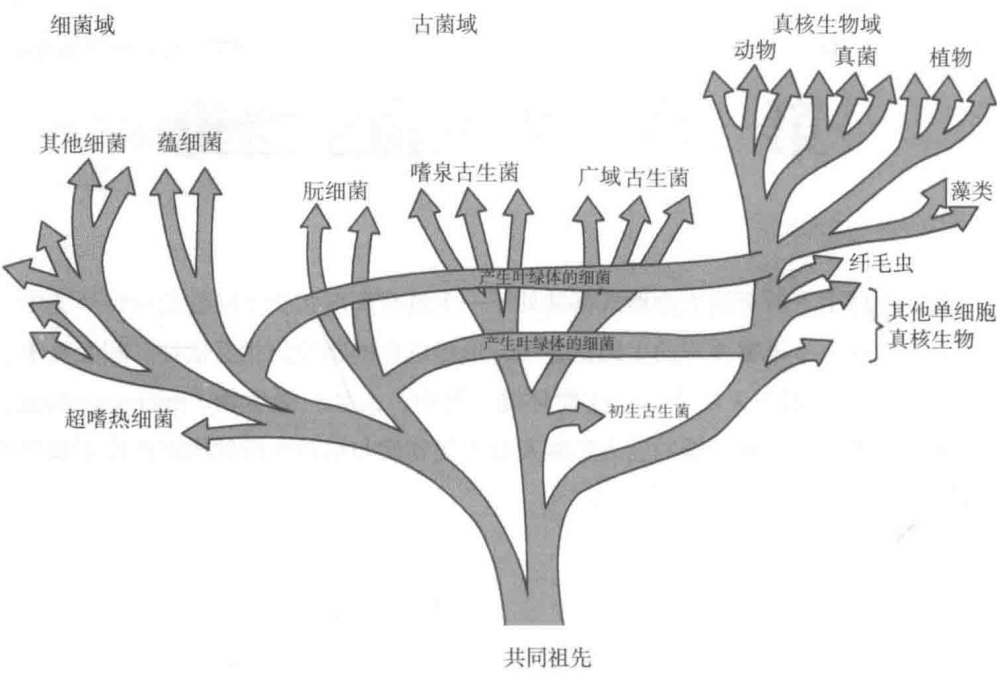


图 1-1 “三域学说” 及进化树模式图

(二) 微生物的分类

微生物概念的提出早于近代生物分类学的建立, 这使得现代微生物物种的生物学位置与生物分类体系不甚相符。现代微生物学常依据有无细胞结构, 以及有无细胞核膜将微生物分为三大类。

1. 非细胞型微生物 (noncellular microorganism) 此类微生物无细胞结构和产生能量的酶系统, 仅由蛋白质和一种核酸 (DNA 或 RNA) 组成, 只能在活细胞内增殖。病毒属此类。

目前, 病毒分类仍基于病毒的生物学性状。由国际病毒分类委员会 (international committee on taxonomy of viruses, ICTV) 收集所有已发现和新发现病毒的详尽信息, 进行科学的分类, 并统一对病毒进行命名。除了典型的病毒外, 还有一些病毒样致病因子, 其本质及在病毒学中的位置尚不明确, 被称为亚病毒 (subvirus)。包括类病毒 (viroid)、卫星病毒 (satellites)、朊病毒 (prion)。

2. 原核细胞型微生物 (prokaryotic microorgansim) 此类微生物有细胞结构, 但其核质分化原始, 为环状 DNA 团块结构, 缺乏组蛋白, 无核膜和核仁, 细胞器不完善。根据 16SrDNA 序列分析, 此类微生物又分为古细菌 (archaebacterium) 和真细菌 (bacterium) 两大类。

古菌是一类在 16sRNA 序列上与迄今了解的细菌及真核生物都有着极大区别的微生物, 包括产甲烷菌 (methanogen)、极端嗜盐菌 (extreme halophile)、嗜热嗜酸菌 (thermoacidophile) 等。这类微生物可在高温、高盐等极端条件下生存, 于进化上, 构成了与其他原核生物起源不同、细胞结构有较大差异的微生物群体。

在实际使用过程中,真细菌被习惯地称为细菌,本书如无特殊说明,细菌所指为真细菌,不再赘述。自20世纪20年代以来,由美国细菌学家伯杰(D.Bergey)牵头编写的《伯杰系统细菌学手册》(原名《伯杰鉴定细菌学手册》)是国际公认的研究原核细胞生物分类的权威著作,目前已出版第九版,该手册对原核细胞微生物的分类是基于生物学性状,并汲取了细胞学、遗传学和分子生物学等多学科最新进展,把原核细胞生物分为细菌域(24门33纲80目206科1142属)和古菌域(3门9纲13目22科79属),包括:酸杆菌门,放线菌门,产水菌门,拟杆菌门,衣原体门,绿菌门,绿弯菌门,产金菌门,蓝藻门,脱铁杆菌门,异常球菌-栖热菌门,网团菌门,纤维杆菌门,厚壁菌门,梭杆菌门,芽单胞菌门,黏胶球形菌门,硝化螺旋菌门,浮霉菌门,海绵杆菌门,变形菌门,螺旋体门,柔膜菌门,热脱硫杆菌门,热微菌门,热袍菌门,疣微菌门。其中与人类疾病相关的原核细胞微生物有:厚壁菌门中的葡萄球菌、链球菌、支原体等,变形菌门中的埃希菌、沙门菌、志贺菌、立克次体等,以及衣原体、螺旋体、放线菌等门中的若干种类。

3. 真核细胞型微生物(enkargotic microorganism) 此类微生物有典型细胞结构,细胞核分化程度高,有核膜和核仁,细胞器完善。包括菌物界的真菌与原生生物界的原虫。

菌物界估计有物种25万种以上,由于许多物种的生物学特性还未被完全揭示,因此尚不能产生一个为全球学者公认的分类系统。现据NCBI(美国国立生物信息中心)公告之真菌(fungus)分类表,一般将真菌分为5个门22个纲,包括子囊菌门(3个亚门,外囊菌亚门、盘菌亚门、酵母菌亚门)、担子菌门、壶菌门、球囊菌门、接合菌门,除此外尚有一些真菌未能被归类。与人类疾病关系较密切的真菌包括:子囊菌门的表皮癣菌、毛癣菌、小孢子癣菌、毛结节菌、假丝酵母菌、肺孢子菌、曲霉菌、镰刀菌、青霉菌、组织胞浆菌等;担子菌门的隐球菌、糠秕马拉色癣菌等;接合菌门的毛霉菌等。

二、人类与微生物的相互关系

人类与微生物的关系是生物间相互关系的一个缩影,要深刻理解人与微生物这个大的命题,就需要对生物间的“相处之道”有个粗略的了解。生物之间的相互生存关系主要表现为捕食(predation)、拮抗(antagonism)与共生(symbiosis)三种形式。捕食是一方以另一方为食物,使对方作为个体被消灭;拮抗是指双方互相抵制、互相排斥,通常表现为对生存资源的争夺;共生则是指两种生物一起共同生活,根据共生生物之间的利害关系,又可进一步分为共栖、互利共生和寄生。共栖(commensalism)指两种生物在一起生活,其中一方受益,另一方不受影响;互利共生(mutualism)指两种生物在一起生活,双方均受益,从而互相依赖,长期共存;寄生(parasitism)指一方从另一方获益,并使对方受损,后者称为宿主(host)。

人类与微生物的相互关系在本质上也是一种生物间的相互关系,尤其对于人体微生物而言,这种关系涵盖了生物间共生的所有形式,即共栖、互利共生和寄生。而微生物与人类之间的相互作用又可诠释为下述几个方面。

(一) 微生物构成人类生存发展的重要影响因素

微生物普遍存在于环境中,如水、土壤和空气中,与人类的生存息息相关,是人类生存环境中的重要成员。生态系统的构成要素是生产者、消费者和分解者,三者和谐有序生存,从而推动C、H、O、N等元素的物质循环。分解者的作用是将生态系统中的有机物分解,使之再

循环,被植物利用回到非生物环境中,细菌和真菌是最重要的分解者,人类作为食物链上的消费者与微生物共同参与生态系统的物质循环。

在生产生活中,许多微生物是人类的重要食物来源,如香菇、竹荪、木耳等菌类是深受人们喜爱的食品,而利用微生物发酵制作食物如面包、馒头、酸奶等历史悠久;在工农业生产中,利用微生物发酵、控制病虫害成为潮流和趋势;我国传统医药中,微生物直接入药的例子比比皆是,如冬虫夏草、茯苓、马勃等;在现代制药领域,以微生物或其代谢产物生产药物如益生菌、疫苗、抗生素等已较为普遍且应用前景广阔。但微生物在某些时候也成为人类生产发展的负面影响因素。微生物可以导致粮食和药材霉变、腐败、变质等造成经济损失,微生物毒素可使人类中毒,有些微生物毒素如黄曲霉素对人体有明确的致癌作用。

(二) 微生物构成人体的组成部分

正常人体的体表和与外界相通的体腔黏膜表面分布着大量的微生物群,其数量可达人体细胞的10倍之多,这些微生物与人体协同共生,构成人体的微生态系统,参与人体的营养代谢过程,通过拮抗病原微生物入侵,刺激免疫系统的发育成熟等作用,构成人体必需的组成部分。但在定位改变、菌群失调和人体免疫功能下降等情况下,人体微生态系统可发生生态失衡,正常微生物群可使人体患病,在第二章将对此详细阐述。

(三) 微生物与人类感染

感染(infection)是微生物的致病力和人体免疫力邪正相争的过程,引起人类感染性疾病的微生物称为病原微生物(pathogenic microorganisms)。病原微生物侵入机体一定部位,通过其特定致病机制,导致宿主机体发生不同程度的病理损伤。感染性疾病发生曾经在很长时间内是导致人类死亡的最主要原因,病原微生物类型的不同、数量的差异、宿主机体的免疫反应能力,以及最终可出现的病理改变程度与类型,决定了感染的临床表现具有极大的差异与繁复的变化。

1. 影响感染的因素 感染的临床表现之所以具有极大差异与繁复变化,是因为感染的发生、发展及结局类型受到许多因素的影响。这些影响因素中最主要的是病原微生物、宿主免疫力与环境。

(1) 病原微生物 是感染发生、发展过程的客体因素。感染的发生、发展往往取决于病原微生物的致病力、数量和寄居部位。致病力即毒力,包括病原微生物侵入宿主机体的能力,在体内定居、繁殖、扩散的能力,以及微生物对宿主细胞造成损害的能力;通常每种病原微生物必须达到一定数量才能使机体感染,这一数量取决于其致病力强弱;几乎所有的已知病原微生物在宿主体内都有一个选择性的寄居部位,能否到达合适的寄居部位将决定病原微生物是否可在宿主体内定居、繁殖,以及其致病力能否发挥作用。因此,无论细菌还是病毒都通过特定的方式进入人体或进行传播。

(2) 宿主免疫力 是感染发生、发展过程的主体因素。由固有免疫(innate immunity)与适应性免疫(adaptive immunity)两部分组成。前者对病原体构成防御屏障,并在感染早期发挥主要的清除、杀灭病原体及限制病原体播散作用;后者可特异性针对特定病原体形成高效的清除机制,并可形成维持长期的选择性免疫作用。宿主的免疫力是针对病原微生物致病力的主要抑制与抵抗因素,但也是在感染过程中所形成的宿主机体组织损伤的原因之一。

(3) 环境 是感染发生、发展过程的条件因素。环境因素可包括自然因素与社会因素。环