



iCourse 教材
生物技术与生物工程系列



免疫学原理与技术

.....

Principles and Techniques of
Immunology

主编 王玉炯 祁元明

高等教育出版社



免疫学原理与技术

Principles and Techniques of Immunology

主 审 陈焕春

主 编 王玉炯 祁元明

副主编 邓光存 苏 莉 李 敏 刘晓明

编 者 (按姓氏笔画排序)

马兴元 (华东理工大学)	王 珍 (华中科技大学)
王 婷 (郑州大学)	王玉炯 (宁夏大学)
邓光存 (宁夏大学)	卢 帅 (中国科学院过程工程研究所)
田英芳 (陕西师范大学)	乔贵林 (美国芝加哥大学)
刘晓明 (美国爱荷华大学)	刘瑞田 (中国科学院过程工程研究所)
关婉怡 (河北师范大学)	祁元明 (郑州大学)
苏 莉 (华中科技大学)	李 勇 (宁夏大学)
李 敏 (宁夏大学)	杨发龙 (西南民族大学)
何玉龙 (浙江理工大学)	陈鲤翔 (郑州大学)
罗海霞 (宁夏大学)	岳 华 (西南民族大学)
周学章 (宁夏大学)	赵宝华 (河北师范大学)
夏海滨 (陕西师范大学)	顾敬敏 (吉林大学)
雷连成 (吉林大学)	

内容提要

本教材共 13 章,内容包括免疫系统、抗原、抗体、细胞因子、主要组织相容性复合体、免疫应答、免疫调节、抗感染免疫、免疫病理、免疫防治、免疫学技术、抗原抗体制备技术等。在内容设置上,既传承传统教材的编写体系,又体现“反映前沿进展,联系技术、工程实践”的编写原则,适度增加免疫学技术的相关内容。采用纸质教材配套数字课程的出版形式,纸质教材力求基本知识点突出、主线清晰、详略得当和内容精炼;数字课程内容包括知识拓展、发现之路、应用案例、动画、自测题、教学课件和参考文献等数字资源,有效增加了知识的深度与广度。

本书可作为高等院校生物技术、生物工程、制药工程及相关专业的本科生教材,也可供相关科研工作者及生产技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

免疫学原理与技术 / 王玉炯, 祁元明主编. -- 北京 : 高等教育出版社, 2016.9

iCourse · 教材 : 生物技术与生物工程系列

ISBN 978-7-04-045568-7

I. ①免… II. ①王…②祁… III. ①免疫学—高等学校—教材 IV. ①R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 131892 号

Mianyixue Yuanli yu Jishu

项目策划 吴雪梅 王 莉 单冉东

策划编辑 王 莉

责任编辑 王 莉

封面设计 王凌波

责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京中科印刷有限公司
开 本 889mm×1194mm 1/16
印 张 16
字 数 460 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>

版 次 2016 年 9 月第 1 版
印 次 2016 年 9 月第 1 次印刷
定 价 56.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 45568-00

iCourse · 数字课程 (基础版)

免疫学原理 与技术

主编 王玉炯 祁元明

iCourse · 教材
生物技术与生物工程系列

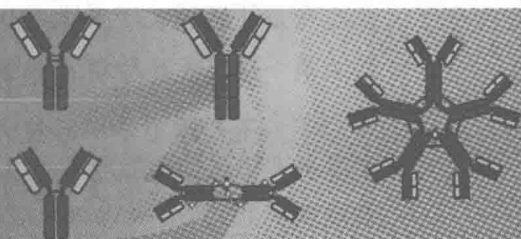
登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/45568>, 进行注册。已注册的用户输入用户名和密码登录, 进入“我的课程”。
2. 点击页面右上方“绑定课程”, 正确输入教材封底数字课程账号(20位密码, 刮开涂层可见), 进行课程绑定。
3. 在“我的课程”中选择本课程并点击“进入课程”即可进行学习。课程在首次使用时, 会出现在“申请学习”列表中。

课程绑定后一年为数字课程使用有效期。如有使用问题, 请发邮件至: lifescience@pub.hep.cn。

免疫学原理与技术

主编 王玉炯 祁元明



用户名

密码

验证码

7380

进入课程

注册

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

本数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程包括知识拓展、发现之路、应用案例、动画、自测题、教学PPT、参考文献等板块, 通过各种形式的媒体资源, 丰富知识呈现形式, 有效拓展教材内容, 增加知识的深度与广度, 有助于学生自主学习, 重构学习方式, 培养创新思维 and 创新能力。

高等教育出版社

<http://abook.hep.com.cn/45568>

“免疫学原理与技术”数字课程编委会

主 编 王玉炯 祁元明

副主编 邓光存 苏 莉 李 敏 刘晓明

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁向真 (宁夏大学)

马臣杰 (宁夏大学)

王 珍 (华中科技大学)

王玉炯 (宁夏大学)

卢 帅 (中国科学院过程工程研究所)

乔贵林 (美国芝加哥大学)

刘瑞田 (中国科学院过程工程研究所)

祁元明 (郑州大学)

李 勇 (宁夏大学)

杨发龙 (西南民族大学)

何玉龙 (浙江理工大学)

罗海霞 (宁夏大学)

周学章 (宁夏大学)

夏海滨 (陕西师范大学)

徐金瑞 (宁夏大学)

雷连成 (吉林大学)

马兴元 (华东理工大学)

马春燕 (宁夏大学)

王 婷 (郑州大学)

邓光存 (宁夏大学)

田英芳 (陕西师范大学)

刘晓明 (美国爱荷华大学)

关婉怡 (河北师范大学)

苏 莉 (华中科技大学)

李 敏 (宁夏大学)

吴晓玲 (宁夏大学)

陈鲤翔 (郑州大学)

岳 华 (西南民族大学)

赵宝华 (河北师范大学)

顾敬敏 (吉林大学)

曾 瑾 (宁夏大学)

出版说明

“十二五”期间是高等教育继续深化改革、走以提高质量为核心的内涵式发展道路的关键时期。课程建设是教育教学改革的重要内容,课程建设水平对教学质量和人才培养质量具有重要影响。2011年10月12日教育部发布了《教育部关于国家精品开放课程建设的实施意见》(教高[2011]8号),开启了信息技术和网络技术条件下校、省、国家三级精品开放课程建设的序幕。作为国家精品开放课程展示、运行和管理平台的“爱课程(iCourse)”网站也逐渐为高校师生和社会公众认知和使用。截至目前,已有2600多门资源共享课和800多门视频公开课在“爱课程(iCourse)”网站上线。

高等教育出版社承担着“‘十二五’本科教学工程”中,国家精品开放课程建设的组织实施和平台建设运营的重要任务,在与广大高校的调研和协作中,我们了解到当前高校的教与学发生了深刻变化,也真切感受到课程和教材建设所面临的挑战和机遇。如何建设支撑学生自主学习和校际共建共享的课程和新形态教材成为现实课题,在教育部高等学校生物技术、生物工程类专业教学指导委员会的指导下,结合我社2009年以来在数字课程建设上的探索和实践,我们提出了“高等学校生物技术与生物工程专业精品资源共享课及系列教材”建设项目,项目建设得到了众多高校的积极响应和广泛参与。2013年5月以来,分别在上海、天津、沈阳、杭州、武汉、无锡、银川等地陆续召开了项目启动会议、主编会议和编写会议。2015年,项目成果“iCourse·教材:生物技术与生物工程系列”陆续出版。

本系列教材涵盖生物技术、生物工程专业15门基础课程和专业课程,在出版形式、编写理念、内容选取等方面体现以下特点:

1. 采用“纸质教材+数字课程”的出版形式。纸质教材与丰富的数字教学资源一体化设计,纸质教材内容精炼适当,并以新颖的版式设计和内容编排,方便学生学习和使用;数字课程对纸质教材内容起到巩固、补充和拓展作用,形成以纸质教材为核心,数字教学资源配合的综合知识体系。
2. 创新教学理念,引导自主学习。通过适当的教学设计,鼓励学生拓展知识面和针对某些重要问题进行深入探讨,增强其独立获取知识的意识和能力,为学生自主学习和教师创新教学方法提供支撑。
3. 强调基础与技术、工程应用之间的紧密联系,注重学生应用能力培养。在讲述理论的同时,通过数字课程对学科前沿进展和工程应用案例进行延伸,在概念引入和知识点讲授上也尽量从实际问题出发,这不仅有利于提高学生的学习兴趣,也有助于加强他们的创新意识和创新能力。
4. 教材建设与资源共享课建设紧密结合。本系列教材是对各校精品资源共享课和教学改革成果的集成和升华,参与院校共建共享课程资源,更可支持各级精品资源共享课的持续建设。

本系列教材以服务于生物技术、生物工程专业课程教学为核心,汇集了各高校学科专家与一线教师的智慧、经验和积累,实现了内容与形式、教学理念与教学设计、教学基本要求与个性化教学需求,以及资源共享课与教材建设的一体化设计,以期对我国生物技术与生物工程专业教学改革和人才培养产生积极影响。

建设切实满足高等教育教学需求、反映教改成果和学科发展、纸质出版与资源共享课紧密结合的新形态教材和优质教学资源,实现“校际联合共建,课程协同共享”是我们的宗旨和目标。将课程建设及教材出版紧密结合,采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,是一种行之有效的方法和创新,得到了高校师生的高度认可。尽管我们在出版本系列教材的工作中力求尽善尽美,但难免存在不足和遗憾,恳请广大专家、教师和学生提出宝贵意见与建议。

高等教育出版社

2015年6月

前言

免疫学是生命科学重要前沿学科之一,“免疫学原理与技术”是生物技术、生物工程、生物科学及相关专业的一门专业基础课程。通过该课程的学习,学生将掌握免疫学的基本理论、基本原理和重要的免疫学技术,为后续课程的学习奠定基础。

本教材由来自宁夏大学、郑州大学、华中科技大学、吉林大学、华东理工大学、陕西师范大学、河北师范大学、浙江理工大学、西南民族大学、中国科学院过程工程研究所、美国爱荷华大学和芝加哥大学等国内外 10 余所高等学校和科研院所承担免疫学相关教学和科研工作的一线教师和专家学者共同编写。根据教育部高等学校生物技术、生物工程类专业教学指导委员会关于新形态教材建设要以纸质出版与数字化内容相结合的要求,本教材在编写内容和编写形式上突出以下特点:

1. 充分体现“兼顾基础性、前沿性和应用性,突出教学实用性”的特点。为便于学生学习,结合免疫学教学的一般规律和循序渐进式学习的要求,在内容设置上,既传承了传统教材的编写体系,又体现了“反映前沿进展,联系技术、工程实践”的编写要求,适度增加了免疫学技术的相关内容。全书内容依据从基本理论到应用技术的知识主线共设置 13 章,即绪论—免疫系统—抗原—抗体—细胞因子—主要组织相容性复合体—免疫应答—免疫调节—抗感染免疫—免疫病理—免疫防治—免疫学技术—抗原抗体制备技术。各章内容既相对独立又相互联系,服务于整个知识主线。

2. 充分发挥新形态教材的优势,实现内容与形式、教学理念与教学设计的统一。本教材在纸质教材的编写上力求实现基本知识点突出、主线清晰、详略得当和内容精炼。同时,为了帮助学生建立整体的知识脉络,每章都绘制了知识导图,章后附有开放性讨论题、思考题和推荐阅读,以拓展学生的思路和辅助学习。在数字课程网站上,以富媒体形式展示了各章的知识拓展、发现之路、应用案例、动画、教学课件、自测题和参考文献等数字化拓展学习资源,增加了知识的深度与广度,以满足个性化教学和学习的需要。

本教材由中国工程院院士、华中农业大学陈焕春教授担任主审,陈院士在教材编写过程中给予悉心的指导,提出了许多宝贵的意见和建议。教材编写过程中得到了高等教育出版社领导和编辑的指导 and 大力支持,保证了教材的编写质量,在此一并表示衷心的感谢!

本教材是全体编委共同辛勤劳动的成果，凝聚了编委们的集体智慧，同时也借鉴了国内外同行的宝贵经验。受编者的学识水平、教学经验等因素的限制，在内容编排、材料取舍等方面难免存在疏漏乃至错误之处，敬请各位同行和广大师生批评指正。

王玉炯 祁元明

2016年5月

目 录

1 绪论	1	3 抗原	26
1.1 免疫学基本概念及免疫的功能	2	3.1 抗原的概念及性质	27
1.1.1 免疫及免疫学基本概念	2	3.1.1 抗原的异物性	28
1.1.2 免疫的基本功能	3	3.1.2 抗原的特异性	28
1.1.3 免疫应答的类型	4	3.1.3 影响抗原诱导免疫应答的因素	28
1.2 免疫学发展简史	4	3.2 抗原表位	30
1.2.1 经验免疫学时期(17—19世纪)	4	3.2.1 线性表位和构象表位	30
1.2.2 实验免疫学时期(19世纪中叶— 20世纪中叶)	5	3.2.2 T细胞表位和B细胞表位	31
1.2.3 现代免疫学时期(20世纪中叶 至今)	8	3.2.3 共同抗原与交叉反应	31
1.3 免疫学在生命科学中的地位与作用	9	3.3 抗原的分类	32
1.3.1 免疫学与生命科学	9	3.3.1 根据化学性质不同分类	32
1.3.2 免疫学的应用	10	3.3.2 根据抗原与机体的亲缘关系分类	33
1.3.3 免疫学与生物技术产业	10	3.3.3 根据诱生抗体时是否需要Th细胞 参与分类	34
2 免疫系统	12	3.3.4 根据抗原的来源分类	34
2.1 免疫器官	13	3.3.5 其他分类	35
2.1.1 中枢免疫器官	13	4 抗体	37
2.1.2 外周免疫器官	15	4.1 抗体的基本结构及功能	38
2.2 免疫细胞	18	4.1.1 抗体的基本结构	39
2.2.1 淋巴细胞	18	4.1.2 抗体的功能	42
2.2.2 抗原提呈细胞	20	4.2 抗体的分类与多样性	44
2.2.3 其他免疫细胞	21	4.2.1 抗体的分类	44
2.3 免疫分子	22	4.2.2 抗体的多样性	45
2.3.1 膜结合型免疫分子	22	4.3 免疫球蛋白超家族	49
2.3.2 分泌型免疫分子	23	4.3.1 免疫球蛋白超家族的组成	49
		4.3.2 免疫球蛋白超家族的特点	49

5 细胞因子	53	7.2.1 抗原提呈细胞	91
5.1 细胞因子的分类	54	7.2.2 抗原的加工和提呈	91
5.1.1 白细胞介素	54	7.2.3 MHC 分子的交叉提呈	94
5.1.2 集落刺激因子	55	7.2.4 其他抗原提呈	94
5.1.3 干扰素	56	7.3 适应性免疫应答	95
5.1.4 肿瘤坏死因子 / 淋巴毒素	57	7.3.1 T 细胞对抗原的识别	95
5.1.5 生长因子	57	7.3.2 T 细胞的活化	96
5.1.6 趋化因子	58	7.3.3 T 细胞克隆性增殖与分化	99
5.2 细胞因子受体	58	7.3.4 细胞免疫的应答效应	101
5.2.1 细胞因子受体的分类	58	7.3.5 B 细胞对 TD 抗原的免疫应答	102
5.2.2 细胞因子受体中的共用链	59	7.3.6 B 细胞对 TI 抗原的免疫应答	106
5.2.3 可溶性细胞因子受体	60	7.3.7 体液免疫应答的一般规律和效应	106
5.3 细胞因子的生物学效应	60	7.4 补体与免疫应答	107
5.3.1 介导和调节固有免疫应答	60	7.4.1 补体系统概述	107
5.3.2 介导和调节适应性免疫应答	62	7.4.2 补体系统的激活	108
5.3.3 刺激造血	62	7.4.3 补体活化的调控	112
5.4 细胞因子的检测及应用	63	7.4.4 补体的生物学作用	112
5.4.1 细胞因子的检测	63	7.5 免疫耐受	114
5.4.2 细胞因子的应用	66	7.5.1 免疫耐受概述	114
6 主要组织相容性复合体 (MHC)	70	7.5.2 免疫耐受的诱导或形成条件	114
6.1 MHC 的分子结构	71	7.5.3 免疫耐受形成的机制	115
6.1.1 MHC 分子的共性	71	7.5.4 免疫耐受与临床医学	115
6.1.2 MHC I 类分子的结构	72	8 免疫调节	118
6.1.3 MHC II 类分子的结构	73	8.1 基因水平的免疫调节	119
6.1.4 MHC 与多肽结合的结构基础	75	8.1.1 MHC 基因对免疫应答的调节	120
6.2 MHC 的基因簇及特征	76	8.1.2 非 MHC 基因对免疫应答的调节	120
6.2.1 MHC 的基因簇	76	8.2 免疫分子对免疫应答的调节	121
6.2.2 MHC 分子表达的调控	78	8.2.1 抗原对免疫应答的调节	121
6.3 MHC 的多样性与生物学意义	79	8.2.2 抗体对免疫应答的调节	121
6.3.1 MHC 分子的多样性	79	8.2.3 补体对免疫应答的调节	122
6.3.2 MHC 的单倍体遗传和连锁不平衡	80	8.2.4 细胞因子对免疫应答的调节	124
6.3.3 MHC 分子多样性的生物学意义	80	8.2.5 受体分子对免疫应答的调节	124
7 免疫应答	84	8.2.6 独特型网络对免疫应答的调节	125
7.1 固有免疫应答	86	8.3 免疫细胞对免疫应答的调节	126
7.1.1 固有免疫系统的组成及其功能	86	8.3.1 巨噬细胞对免疫应答的调节	126
7.1.2 固有免疫应答的特点	89	8.3.2 DC 对免疫应答的调节	127
7.1.3 固有免疫应答与适应性免疫应答 的关系	89	8.3.3 NK 细胞对免疫应答的调节	127
7.2 抗原的加工和提呈	90	8.3.4 T 细胞对免疫应答的调节	127
		8.3.5 B 细胞对免疫应答的调节	129
		8.4 神经 - 内分泌 - 免疫网络的整体免疫 调节	129

8.4.1 神经、内分泌系统对免疫系统的 调节	130	11 免疫防治	172
8.4.2 免疫系统对神经、内分泌系统的 影响	130	11.1 免疫预防	173
8.5 群体水平的免疫调节	130	11.1.1 免疫预防概况	173
8.5.1 MHC 基因多态性的免疫调节	130	11.1.2 免疫预防分类	176
8.5.2 抗原受体库多样性与免疫调节	131	11.1.3 疫苗概述	177
9 抗感染免疫	133	11.1.4 疫苗的发展	177
9.1 抗细菌感染免疫	134	11.1.5 疫苗的应用及前景	181
9.1.1 抗胞外菌感染的免疫	135	11.2 免疫治疗	183
9.1.2 抗胞内菌感染的免疫	137	11.2.1 免疫治疗分类	183
9.2 抗病毒感染免疫	138	11.2.2 分子免疫治疗	184
9.2.1 抗病毒感染的固有免疫	138	11.2.3 细胞免疫治疗	186
9.2.2 抗病毒感染的适应性免疫	139	11.2.4 免疫调节剂	187
9.3 抗寄生虫感染免疫	142	12 免疫学技术	191
9.3.1 抗寄生虫感染的固有免疫	142	12.1 血清学检测技术	192
9.3.2 抗寄生虫感染的适应性免疫	143	12.1.1 免疫沉淀试验检测技术	192
10 免疫病理	145	12.1.2 免疫凝集试验检测技术	193
10.1 超敏反应	146	12.1.3 补体结合试验检测技术	194
10.1.1 I 型超敏反应	147	12.1.4 中和试验检测技术	194
10.1.2 II 型超敏反应	150	12.2 免疫电泳技术	195
10.1.3 III 型超敏反应	151	12.2.1 微量免疫电泳技术	195
10.1.4 IV 型超敏反应	153	12.2.2 对流免疫电泳技术	195
10.2 自身免疫与自身免疫病	154	12.2.3 火箭免疫电泳技术	195
10.2.1 自身免疫的发生与生理作用	154	12.2.4 交叉免疫电泳技术	196
10.2.2 自身免疫病及其分类	154	12.2.5 亲和免疫电泳技术	196
10.2.3 自身免疫病的免疫损伤机制与 典型疾病	156	12.2.6 免疫印迹技术	196
10.2.4 自身抗体及临床意义	158	12.3 免疫标记技术	197
10.3 免疫缺陷病	159	12.3.1 免疫酶标记技术	197
10.3.1 免疫缺陷病分类	160	12.3.2 免疫荧光标记技术	197
10.3.2 免疫缺陷病的特点	163	12.3.3 生物素-亲和素标记技术	197
10.4 肿瘤免疫	163	12.3.4 免疫胶体金标记技术	198
10.4.1 肿瘤抗原	163	12.3.5 放射免疫标记技术	198
10.4.2 肿瘤免疫机制	164	12.4 免疫组织化学技术	199
10.4.3 肿瘤免疫诊断和治疗	165	12.4.1 免疫荧光组织化学技术	199
10.5 移植免疫	167	12.4.2 免疫酶组织化学技术	199
10.5.1 移植及移植排斥反应的类型	167	12.4.3 亲和免疫组织化学技术	200
10.5.2 移植排斥反应的机制	168	12.4.4 免疫金银组织化学技术	201
10.5.3 移植排斥反应的免疫防治	169	12.4.5 双重或多重免疫组织化学技术	202
		12.5 免疫细胞分析技术	202
		12.5.1 免疫细胞的分离、纯化和鉴定	202
		12.5.2 免疫细胞功能测定	204

12.5.3 免疫复合物的检测方法	206	13.2 疫苗制备技术	216
12.6 其他免疫学技术	207	13.2.1 疫苗制备概述	216
12.6.1 免疫沉淀技术	207	13.2.2 疫苗的基本制备技术	218
12.6.2 免疫共沉淀技术	208	13.2.3 传统疫苗的制备与应用	220
12.6.3 染色质免疫沉淀技术	208	13.2.4 基因工程疫苗的制备与应用	222
12.6.4 RNA 免疫沉淀	208	13.3 抗体制备技术	225
12.6.5 免疫 PCR 技术	208	13.3.1 多克隆抗体的制备	225
13 抗原、抗体制备技术	210	13.3.2 单克隆抗体的制备	226
13.1 抗原制备技术	211	13.3.3 基因工程抗体的制备	227
13.1.1 天然抗原的制备与应用	211	13.3.4 抗体的大规模制备	230
13.1.2 人工抗原的制备与应用	215	附录 名词缩略语简表	235



绪 论

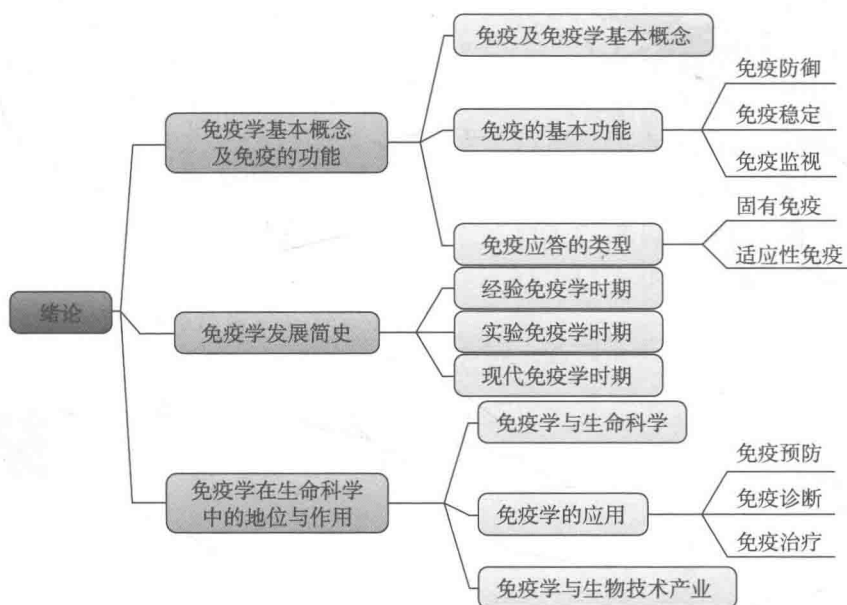
- 1.1 免疫学基本概念及免疫的功能
免疫及免疫学基本概念；免疫的基本功能；免疫应答的类型

- 1.2 免疫学发展简史
经验免疫学时期（17—19 世纪）；实验免疫学时期（19 世纪中叶—20 世纪中叶）；现代免疫学时期（20 世纪中叶至今）

- 1.3 免疫学在生命科学中的地位与作用
免疫学与生命科学；免疫学的应用；免疫学与生物技术产业

免疫学是一门既古老又年轻的学科。对“免疫”的认识起源于人类对传染性疾病的抵御能力。人类应用免疫学方法防治传染病的历史，可以追溯到 16 世纪中国医学家用人痘苗预防天花的伟大实践。20 世纪初，形成了抗感染免疫、体液免疫和细胞免疫的基本免疫学概念。至 20 世纪 50 年代，固有免疫耐受现象的发现以及克隆选择学说的提出为免疫学的发展奠定了理论基础，免疫学也因此突破传统的抗感染免疫概念的范畴，进而发展为生物机体对“自我”和“非己”的识别，以及维持机体平衡稳定的生物学概念。随着生物医学研究的发展，人们对免疫的本质及重要免疫学现象的机制有了更全面的认识。免疫学作为一门独立的学科，主要研究机体免疫系统的结构和功能，包括免疫系统的组织结构，免疫系统对抗原的识别及应答效应，免疫调节、免疫耐受的诱导、维持、破坏及其机制等。进入 21 世纪以来，免疫学已成为生命科学和医学领域的前沿科学。

知识导图



关键词

免疫 免疫学 免疫功能 免疫应答 免疫预防 免疫诊断 免疫治疗

1.1 免疫学基本概念及免疫的功能

1.1.1 免疫及免疫学基本概念

免疫 (immunity) 的概念经历了从传统免疫到现代免疫的演变过程。免疫一词来源于拉丁文“immunitas”，在古罗马时代，其原意是“免除服役”或“免除税收”。传统的免疫是指“免患瘟疫”之意，即机体对传染病的抵抗力以及对同种微生物再感染的特异性防御能力。但随着研究的深入，发现许多免疫现象与病原微生物的感染无关，如过敏反应、动物的血型、移植排斥反应以及自身免疫病等。因此，传统的免疫概念具有较大的局限性。

相比传统免疫概念而言，现代免疫概念认为，免疫是机体识别和排除抗原性异物，维持自身稳定和平衡的一种生理功能。执行这种功能的是动物在长期进化过程中形成的一个防御系统——**免疫系统** (immune system)。机体依靠这种功能识别“自己”和“非己”成分，从而清除进入机体的抗原物质或机体本身所产生的损伤细胞和肿瘤细胞等，以维持自身内环境的稳定。免疫通常对机体有利，但在某些条件下也可对机体造成损害。

免疫学 (immunology) 是研究机体免疫系统组织结构和生理功能的一门科学。涉及免疫系统的组成与结构特点、免疫系统识别抗原信号后发生免疫应答及清除抗原异物的规律，探讨免疫功能异常所导致的病理过程和疾病发生发展的机制，并为诊断、预防和治疗某些免疫相关疾病提供理论基础和技

术方法。随着分子生物学等技术的发展,免疫学的研究已经进入分子水平时代,并在许多领域取得了重大突破,已经成为当今生命科学的前沿学科和现代医学的支撑学科之一(表 1-1)。

表 1-1 获得诺贝尔生理学或医学奖的免疫学家及其成果

获奖年份	科学家姓名	国籍	成 果
1901	Emil von Behring	德国	制备白喉及破伤风抗毒素,开创免疫血清疗法
1905	Robert Koch	德国	发现多种病原菌,创建结核菌素试验
1908	Elie Mechnikoff	俄国	创立细胞免疫学说
	Paul Ehrlich	德国	建立体液免疫学说
1913	Charles Richet	法国	发现过敏现象
1919	Jules Bordet	比利时	发现补体,建立补体结合反应
1930	Karl Landsteiner	奥地利	发现人类 ABO 血型系统
1951	Max Theiler	南非	研制开发黄热病疫苗
1957	Daniel Bovet	意大利	发明抗过敏反应的特效药
1960	Frank M. Burnet	澳大利亚	提出抗体形成的克隆选择学说
	Peter B. Medawar	英国	发现获得性免疫耐受
1972	Rodney R. Porter	英国	阐明免疫球蛋白的化学结构
	Gerald M. Edelman	美国	
1977	Rosalyn S. Yalow	美国	创立放射免疫测定法
1980	George Snell	美国	发现调节免疫反应的细胞表面受体的遗传结构
	Jean Dausset	法国	
	Baruj Benacerraf	美国	
1984	Georges E. Köhler	德国	建立杂交瘤技术,制备单克隆抗体
	César Milstein	英国	提出免疫网络学说
	Niels K. Jerne	丹麦	
1987	Susumu Tonegawa	日本	发现抗体多样性产生的遗传学原理
1990	E. Donnall Thomas	美国	发明应用于人类疾病治疗的器官和细胞移植术
	Joseph Murray	美国	
1996	Peter C. Doherty	澳大利亚	发现细胞介导的免疫防御特性
	Rolf M. Zinkernagel	瑞士	
2011	Bruce A. Beutler	美国	发现模式识别受体及其在固有免疫应答中的作用
	Jules A. Hoffmann	法国	
	Ralph M. Steinman	加拿大、美国	发现树突状细胞及其在适应性免疫应答中的作用

发现之路 1-1
结核菌素试验的创建

发现之路 1-2
黄热病疫苗的研制

1.1.2 免疫的基本功能

机体的免疫系统除了识别和清除外来入侵的抗原(如病原生物)外,还可识别和清除体内发生突变的、衰老死亡的细胞或其他有害的成分。因此,免疫的基本功能包括以下三个方面:

(1) 免疫防御

免疫防御(immune defence)是指机体免疫系统通过正常免疫应答,防止和清除病原微生物的感染

和侵袭,即抗感染免疫作用。机体免疫功能正常时,可通过特异性和非特异性免疫应答消灭或清除侵入机体的病原微生物。如果免疫应答功能过于强烈,则在清除抗原的同时,也会造成组织损伤,即发生超敏反应(或称变态反应)。但若免疫应答功能过低或缺失时,则可发生免疫缺陷病或反复感染等。

(2) 免疫稳定

正常情况下机体新陈代谢过程中会产生大量衰老或死亡的细胞,如果这些失去功能的细胞不能及时被清除,积累在体内会影响正常细胞的功能活动。机体免疫系统清除这些损伤或衰老的自身细胞,并进行免疫调节,以达到机体免疫内环境的稳定,这种功能称为免疫稳定(imune homeostasis),也称自身稳定。免疫稳定功能失调时,容易导致某些生理平衡的紊乱或者自身免疫病的发生。

(3) 免疫监视

机体内的细胞常因一些致癌因素(物理因子、化学因子和病毒等)的作用突变为肿瘤细胞。机体免疫功能正常时可随时识别,并通过免疫反应及时清除这些肿瘤细胞,这种功能称为免疫监视(imune surveillance)。机体的免疫监视功能与肿瘤的发生和发展有密切关系。免疫监视功能低下时,易导致宿主发生恶性肿瘤和持续性病毒感染。

1.1.3 免疫应答的类型

免疫应答(immune response)是指免疫系统识别和清除“非己”物质的整个过程,可分为固有免疫和适应性免疫两大类。

(1) 固有免疫

固有免疫(innate immunity)又称先天性免疫(natural immunity)或非特异性免疫(non-specific immunity),是生物在长期进化过程中逐渐形成的,是机体抵御病原体入侵的第一道防线。参与固有免疫应答的细胞主要有单核/巨噬细胞、树突状细胞、粒细胞、NK(natural killer)细胞和NKT(natural killer T)细胞等,它们识别免疫原不像T细胞和B细胞那样具有高度的特异性,而是通过模式识别受体(pattern recognition receptor, PRR)来识别病原微生物的病原体相关模式分子(pathogen associated molecule pattern, PAMP)。例如,许多革兰氏阴性菌细胞壁成分脂多糖(LPS),可被单核/巨噬细胞和树突状细胞等细胞表面的Toll样受体4(TLR-4)识别,从而诱发固有免疫应答。

(2) 适应性免疫

适应性免疫(adaptive immunity)又称获得性免疫(acquired immunity)或特异性免疫(specific immunity)。是指体内T、B淋巴细胞接受“非己”物质的刺激后,自身活化、增殖、分化为效应细胞,产生一系列生物学效应(包括清除抗原等)的全过程。与固有免疫相比,适应性免疫有三个主要特点,即特异性、耐受性和记忆性。

固有免疫和适应性免疫是相辅相成、密不可分的。固有免疫往往是适应性免疫的先决条件和启动因素,适应性免疫的效应分子也可促进固有免疫应答的发生。本书第7章和第8章将对固有免疫和适应性免疫及其调节进行进一步阐述。

1.2 免疫学发展简史

人类对免疫的认识以及免疫学的发展首先是从与传染病作斗争开始的。根据免疫学发展的阶段性特点,可将免疫学的发展时期分为经验免疫学时期、实验免疫学时期和现代免疫学时期。

1.2.1 经验免疫学时期(17—19世纪)

人类在同病魔抗争的过程中发现很多患传染病的患者恢复后一般不再患同样的传染病,具有对该