



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校医药学成人学历教育（专科起点升本科）规划教材

供临床、预防、口腔、护理、检验、影像等专业用

医学免疫学

第③版

主 编 沈关心 赵富玺

副主编 朱 玲 许礼发



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校医药学成人学历教育(专科起点升本科)规划教材

供临床、预防、口腔、护理、检验、影像等专业用

医学免疫学

第③版

主 编 沈关心 赵富玺

副主编 朱 玲 许礼发

编 者 (以姓氏笔画为序)

马兴铭 (兰州大学)

王金岩 (中国医科大学)

王春艳 (吉林医药学院)

石艳春 (内蒙古医科大学)

白慧玲 (河南大学医学院)

朱 玲 (福建医科大学)

朱翠明 (南华大学医学院)

齐静姣 (河南科技大学医学院)

许礼发 (安徽理工大学医学院)

李水仙 (长治医学院)

吴雄文 (华中科技大学同济医学院)

辛 岗 (汕头大学医学院)

沈关心 (华中科技大学同济医学院)

陈雪玲 (石河子大学医学院)

赵富玺 (山西大同大学)

唐 深 (广西医科大学)

彭吉林 (湖北医药学院)



人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学免疫学/沈关心, 赵富玺主编. —3 版.

—北京: 人民卫生出版社, 2013. 12

ISBN 978-7-117-18199-0

I. ①医… II. ①沈… ②赵… III. ①医学-
免疫学-高等学校-教材 IV. ①R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 248684 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

医学免疫学

第 3 版

主 编: 沈关心 赵富玺

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 潮河印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19

字 数: 474 千字

版 次: 2001 年 9 月第 1 版 2013 年 12 月第 3 版

2013 年 12 月第 3 版第 1 次印刷 (总第 20 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-18199-0/R · 18200

定 价: 30.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校医药学成人学历教育规划教材第三轮

修订说明

随着我国医疗卫生体制改革和医学教育改革的深入推进，我国高等学校医药学成人学历教育迎来了前所未有的发展和机遇，为了顺应新形势、应对新挑战和满足人才培养新要求，医药学成人学历教育的教学管理、教学内容、教学方法和考核方式等方面都展开了全方位的改革，形成了具有中国特色的教学模式。为了适应高等学校医药学成人学历教育的发展，推进高等学校医药学成人学历教育的专业课程体系及教材体系的改革和创新，探索医药学成人学历教育教材建设新模式，全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定启动全国高等学校医药学成人学历教育规划教材第三轮的修订工作，在长达 2 年多的全国调研、全面总结前两轮教材建设的经验和不足的基础上，于 2012 年 5 月 25 ~ 26 日在北京召开了全国高等学校医药学成人学历教育教学研讨会暨第三届全国高等学校医药学成人学历教育规划教材评审委员会成立大会，就我国医药学成人学历教育的现状、特点、发展趋势以及教材修订的原则要求等重要问题进行了探讨并达成共识。2012 年 8 月 22 ~ 23 日全国高等医药教材建设研究会在北京召开了第三轮全国高等学校医药学成人学历教育规划教材主编人会议，正式启动教材的修订工作。

本次修订和编写的特点如下：

1. 坚持国家级规划教材顶层设计、全程规划、全程质控和“三基、五性、三特定”的编写原则。

2. 教材体现了成人学历教育的专业培养目标和专业特点。坚持了医药学成人学历教育的非零起点性、学历需求性、职业需求性、模式多样性的特点，教材的编写贴近了成人学历教育的教学实际，适应了成人学历教育的社会需要，满足了成人学历教育的岗位胜任力需求，达到了教师好教、学生好学、实践好用的“三好”教材目标。

3. 本轮教材的修订从内容和形式上创新了教材的编写，加入“学习目标”、“学习小结”、“复习题”三个模块，提倡各教材根据其内容特点加入“问题与思考”、“理论与实践”、“相关链接”三类文本框，精心编排，突出基础知识、新知识、实用性知识的有效组合，加入案例突出临床技能的培养等。

本次修订医药学成人学历教育规划教材临床医学专业专科起点升本科教材 30 种，将于 2013 年 9 月陆续出版。

全国高等学校医药学成人学历教育规划教材临床医学专业

（专科起点升本科）教材目录

教材名称	主编	教材名称	主编
1. 人体解剖学	黄文华 徐 飞	16. 传染病学	李 刚
2. 生理学	管茶香 武宇明	17. 医学心理学与精神病学	马存根
3. 病理学	唐建武	18. 医用化学	陈莲惠
4. 生物化学	林德馨	19. 医学遗传学	傅松滨
5. 病原生物学	景 涛 吴移谋	20. 预防医学	肖 荣
6. 医学免疫学	沈关心 赵富玺	21. 医学文献检索	赵玉虹
7. 药理学	刘克辛	22. 全科医学概论	王家骥
8. 病理生理学	王学江 姜志胜	23. 卫生法学概论	樊立华
9. 诊断学	郑长青	24. 医学计算机应用	胡志敏
10. 医学影像学	郑可国 朱向明	25. 皮肤性病学	邓丹琪
11. 内科学	周宪梁 杨 涛	26. 急诊医学	黄子通
12. 外科学	白 波 吴德全	27. 循证医学	杨克虎
13. 妇产科学	王建六 漆洪波	28. 组织学与胚胎学	郝立宏
14. 儿科学	薛辛东 赵晓东	29. 临床医学概要	闻德亮
15. 神经病学	肖 波	30. 医学伦理学	戴万津

注：1~17 为临床医学专业专科起点升本科主干课程教材，18~30 为临床医学、护理学、药学、预防医学、口腔医学和检验医学专业专科、专科起点升本科共用教材或选用教材。

第三届全国高等学校医药学成人学历教育规划教材

评审委员会名单

顾问 何 维 陈贤义 石鹏建 金生国

主任委员 唐建武 闻德亮 胡 炜

副主任委员兼秘书长 宫福清 杜 贤

副秘书长 赵永昌

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

史文海 申玉杰 龙大宏 朱海兵 毕晓明 佟 赤
汪全海 黄建强

委员 (按姓氏笔画排序)

孔祥梅 尹检龙 田晓峰 刘成玉 许礼发 何 冰
张 妍 张雨生 李 宁 李 刚 李小寒 杜友爱
杨克虎 肖 荣 陈 廷 周 敏 姜小鹰 胡日进
赵才福 赵怀清 钱士匀 曹德英 矫东风 黄 艳
谢培豪 韩学田 漆洪波 管茶香

秘书 白 桦

前 言

专升本教育是成人高等教育向更高层次发展的重要内容，也是成人教育所独具的特色。为了适应医学成人教育的快速发展，全国高等医药教材建设研究会根据《全国成人高等医学学历教育主要课程目标及课程基本要求（试行）》于2001年6月和2007年相继出版了第一版和第二版医学成人教育《医学免疫学》专升本教材。2012年相关专家在北京召开教材编写会议并落实了新一轮“医学成人学历教育卫生部规划教材修订方案与要求”。根据这次会议精神，新版教材力求体现我国医学成人学历教育的非零起点性、学历需求性、职业需求性、模式多样性等特点，旨在实现医学成人教育的巩固、完善、提高、突破等目标。

免疫学是生命科学的前沿学科，其理论和实验技术发展迅猛，成绩斐然。医学免疫学作为一门紧密联系基础医学和临床医学的桥梁学科，是医学本科生的重要主干课程之一。为了反映近年来的免疫学研究成果和新的教学理念，新版教材在准确详尽地阐明免疫学基本概念和基础理论，保证内容的系统性和完整性的基础上，融入了新进展、新概念和新技术，务求突出重点，解析难点，并适当结合临床医学介绍了相关的临床免疫学内容。例如新版教材加入了相关知识点的拓展内容，“问题与思考”、“相关链接”与“理论与实践”，重点阐述新进展及其临床意义。

本教材的主要使用对象是医药院校中由专科升为本科的学生。这些学生在专科学习阶段已经具备一定的基本知识，他们不同于专科教育，又不同于“零起点”的普通本科教育。在以往的教学过程中，一方面学生反映教师常常重复专科层次的内容；另一方面教师和学生都反映学时太少，以致本教材内容学不完。鉴于这种专升本教学中特有的矛盾，我们对新版教材的内容、编排等方面进行了逐章逐节地讨论和修订，在章节安排、内容编写等方面作了一些取舍变革。在简要复习专科层次教学内容的基础上，重点拓展和延伸了本科阶段应掌握的专业基础知识。本版教材在各章前后新增“学习目的”、“学习小结”与“复习题”，部分章节的插图做了调整，力求做到文图配合。这些均有助于学生更加深入理解相关知识点或课堂授课内容。

本教材是国内15所医科大学和综合大学医学院免疫学专业教师共同努力的成果，这与诸位编者的高度责任感与团结协作的精神密不可分，谨在此表示诚挚的谢意。华中科技大学同济医学院免疫学系全体教师和研究生对教材编写给予大力支持：杨沐阳硕士参与了部分插

图的制作；方敏教授、雷萍副教授，以及张帆、贺琪、项乾、陈晨、张婷、蒋晴、唐友发、覃凯、孙媛丽、徐运清、熊晋洲、王育珏、肖敏、赵紫媛、张晓雪、欧阳慧等研究生参加了部分章节的校对工作。在此一并表示谢意！

尽管我们全体编者教材的修订工作不遗余力，但限于学识水平和编写能力，新版教材仍然存在不妥或错误之处，恳请广大师生和读者予以指正。

编 者

2013 年 7 月

目 录

第一章 医学免疫学绪论	1
第一节 免疫与免疫学概述	1
一、免疫与免疫学概念	1
二、免疫的类型	2
第二节 免疫系统组成	4
一、免疫器官	4
二、免疫细胞与免疫分子	7
第三节 免疫系统的功能	9
第四节 免疫学发展概述	9
一、免疫学发展经历的阶段	9
二、免疫学研究进展概述	10
第五节 免疫学在医学生物学中的地位	12
一、免疫学与医学	13
二、免疫学与生物学	14
第二章 抗原	16
第一节 概述	16
一、抗原的概念	16
二、影响抗原免疫原性因素	17
三、抗原的特异性与交叉反应	19
四、半抗原-载体效应	22
第二节 抗原的分类及其医学意义	23
一、抗原的分类	23
二、医学上重要的抗原及其医学意义	24
第三节 非特异性免疫刺激剂	26
一、超抗原	26
二、丝裂原	27
三、佐剂	27
第三章 抗体	30
第一节 抗体的分子结构	30

一、基本结构	30
二、其他结构	32
三、酶解片段	33
四、抗体的异质性	34
第二节 抗体的生物学活性	35
一、抗体的主要功能	35
二、各类抗体的生物学特性	36
第三节 抗体基因及抗体多样性	38
一、免疫球蛋白的基因库	38
二、免疫球蛋白的基因重排及类别转换	39
三、抗体多样性产生的机制	40
第四节 抗体的制备及其应用	41
一、多克隆抗体	41
二、单克隆抗体	41
三、基因工程抗体	42
四、抗体的应用	43
 第四章 补体系统	45
第一节 概述	45
第二节 补体系统的激活及其调节	46
一、补体激活的经典途径	47
二、补体激活的旁路途径	49
三、补体激活的 MBL 途径	50
四、补体三条激活途径的比较	50
五、补体激活的调节	51
第三节 补体受体	53
第四节 补体的生物学功能	53
第五节 补体系统与疾病的关系	55
一、遗传性补体缺陷与疾病	55
二、补体与其他疾病的关系	56
 第五章 细胞因子	58
第一节 细胞因子及其受体概述	58
一、细胞因子的来源、命名和分类	58
二、细胞因子的共同特性	59
三、细胞因子受体	60
第二节 细胞因子的生物学作用	61
一、参与介导和调节固有免疫	61
二、参与和调节适应性免疫	62

三、刺激造血细胞的增殖与分化	62
四、诱导细胞凋亡	63
五、参与神经-内分泌-免疫网络调控	63
第三节 重要的细胞因子	63
一、白细胞介素	63
二、干扰素	64
三、肿瘤坏死因子	65
四、集落刺激因子	65
五、趋化性细胞因子	66
六、生长因子	66
第四节 细胞因子与临床	67
一、细胞因子与临床疾病的发生	67
二、细胞因子与临床疾病的治疗	68
第六章 分化抗原和黏附分子	70
第一节 细胞分化抗原	70
一、白细胞分化抗原和 CD 的概念	70
二、免疫相关 CD 分子的主要生物学功能	71
第二节 黏附分子	77
一、黏附分子的种类与特征	77
二、黏附分子的生物学作用	79
三、黏附分子与临床	82
第七章 主要组织相容性抗原	84
第一节 HLA 复合体	85
一、HLA 复合体的结构	85
二、HLA 复合体的遗传特征	86
第二节 HLA 分子结构及其功能	88
一、HLA 分子结构	88
二、抗原肽-HLA 分子复合物	90
三、HLA 分子的表达	91
四、MHC 分子的生物学功能	91
第三节 HLA 与医学	93
一、HLA 与同种器官移植	93
二、HLA 多态性与疾病关联	93
三、HLA 分子表达异常与疾病的发生	94
四、HLA 分型的其他应用	94
第八章 免疫细胞	96
第一节 造血干细胞	96

第二节 淋巴细胞	97
一、T 淋巴细胞	97
二、B 淋巴细胞	110
第三节 抗原提呈细胞	114
一、单核吞噬细胞系统	114
二、树突状细胞	116
三、B 细胞的抗原提呈功能	117
四、其他抗原提呈细胞	117
第九章 固有免疫与黏膜免疫	119
第一节 固有免疫	119
一、固有免疫系统的组成	119
二、固有免疫应答机制与特点	124
三、固有免疫应答的生物学意义	125
第二节 黏膜免疫	126
一、黏膜免疫系统概述	126
二、黏膜免疫系统的组成	127
三、黏膜免疫系统的功能	127
四、黏膜免疫应答特点	128
五、机体与共生菌的生态平衡	130
第十章 适应性免疫应答	132
第一节 适应性免疫应答概述	132
第二节 抗原提呈	133
一、内源性抗原提呈	135
二、外源性抗原提呈	135
三、交叉提呈	135
第三节 T 细胞介导的细胞免疫应答	136
一、T 细胞对抗原的识别	136
二、T 细胞的活化、增殖和分化	138
三、T 细胞介导的免疫效应	141
第四节 B 细胞介导的体液免疫应答	144
一、B1 细胞介导的体液免疫应答	144
二、B2 细胞介导的体液免疫应答	146
三、抗体的生物学效应	150
第十一章 免疫耐受	152
第一节 免疫耐受的形成及表现	153
一、胚胎期及新生期接触抗原诱导的免疫耐受	153

二、影响诱导免疫耐受形成的因素	154
第二节 免疫耐受的形成机制	157
一、中枢免疫耐受	157
二、外周免疫耐受	158
第三节 研究免疫耐受的临床意义	160
一、建立和维持免疫耐受	160
二、打破免疫耐受	162
第十二章 免疫调节	165
第一节 概述	165
第二节 分子水平的免疫调节	166
一、补体的调节作用	166
二、细胞因子的调节作用	166
三、激活性受体和抑制性受体的调节作用	167
第三节 细胞水平的免疫调节作用	168
一、T 细胞的免疫调节作用	168
二、抗原提呈细胞的免疫调节作用	170
三、活化诱导的细胞死亡与免疫调节	171
四、独特型网络的免疫调节作用	172
第四节 整体和群体水平的免疫调节	172
一、整体水平的免疫调节	172
二、群体水平的免疫调节	173
第十三章 超敏反应	176
第一节 I 型超敏反应	176
一、发生机制	176
二、临床常见的 I 型超敏反应性疾病	181
三、I 型超敏反应的防治原则	182
第二节 II 型超敏反应	184
一、发生机制	184
二、临床常见的 II 型超敏反应性疾病	185
第三节 III 型超敏反应	188
一、发生机制	188
二、临床常见的 III 型超敏反应性疾病	190
第四节 IV 型超敏反应	191
一、发生机制	191
二、临床常见的 IV 型超敏反应性疾病	192
第十四章 自身免疫和自身免疫病	195
第一节 自身免疫病的基本特征与分类	195

一、自身免疫病的基本特征	196
二、自身免疫病的分类	196
第二节 诱导异常自身免疫反应的因素	197
一、自身相关抗原的诱因	198
二、机体免疫自稳功能失控	199
三、遗传因素	202
四、其他因素	203
第三节 自身免疫反应引起组织损伤机制	203
一、自身抗体介导组织损伤（Ⅱ型超敏反应）	204
二、抗原-抗体复合物介导的组织损伤（Ⅲ型超敏反应）	204
三、自身反应性T淋巴细胞介导的组织损伤（Ⅳ型超敏反应）	204
第四节 常见自身免疫病与防治原则	205
一、常见自身免疫病	205
二、自身免疫病的防治原则	206
第十五章 免疫缺陷病	209
第一节 概述	209
一、免疫缺陷病的分类	209
二、免疫缺陷病的主要临床特征	209
三、免疫缺陷病的实验室检查	210
四、免疫缺陷病的治疗原则	210
第二节 主要的原发性免疫缺陷病	211
一、体液免疫缺陷病	212
二、细胞免疫缺陷病	212
三、联合免疫缺陷病	213
四、吞噬细胞缺陷病	214
五、补体系统缺陷病	215
第三节 继发性免疫缺陷病	215
一、引起继发性免疫缺陷病的主要因素	216
二、获得性免疫缺陷综合征	216
第十六章 肿瘤免疫	224
第一节 肿瘤抗原	224
一、根据肿瘤抗原特异性分类	225
二、根据肿瘤抗原产生机制分类	226
第二节 机体抗肿瘤的免疫效应机制	228
一、抗肿瘤的固有免疫效应机制	229
二、抗肿瘤的适应性免疫效应机制	230
第三节 肿瘤的免疫逃逸机制	231

一、与肿瘤细胞自身相关的逃逸机制	231
二、与机体免疫系统相关的肿瘤逃逸机制	232
第四节 肿瘤的免疫检测与治疗	233
一、肿瘤的免疫检测	233
二、肿瘤的免疫治疗	233
第十七章 移植免疫	236
第一节 同种移植排斥反应的类型	237
一、宿主抗移植物反应	238
二、移植物抗宿主反应	239
第二节 同种移植排斥反应的机制	241
一、引起移植排斥反应的抗原	241
二、参与移植排斥反应的免疫细胞与免疫分子	242
三、移植排斥反应中 T 细胞的同种识别途径	243
四、移植排斥反应中的移植排斥模式	244
五、移植排斥反应特例的形成机制	245
第三节 延长移植物存活措施	245
一、选择适当的供者	246
二、对移植物和受者进行术前预处理	247
三、抑制免疫功能	247
四、诱导移植耐受	248
五、急性排斥的免疫学监测	248
第十八章 免疫学检测及其临床应用	251
第一节 基于抗原-抗体反应的检测方法	251
一、抗原抗体反应的特点	251
二、抗原抗体反应的影响因素	252
三、抗原抗体反应的基本检测方法	253
第二节 免疫细胞的检测技术	259
一、免疫细胞及其亚群的分离	259
二、T 细胞功能测定技术	261
三、B 细胞的功能测定技术	262
第三节 免疫分子检测技术	263
一、免疫学测定法	263
二、生物学活性测定法	263
第四节 免疫相关疾病诊断与监测	264
第十九章 免疫学防治	266
第一节 免疫预防	266

一、人工主动免疫	267
二、人工被动免疫	270
第二节 免疫治疗	270
一、特异性免疫治疗	271
二、非特异性免疫治疗	272
三、免疫重建	274
主要参考文献	277
中英文名词索引	278

第一章

医学免疫学绪论

学习目标

1. 掌握 免疫和免疫学概念；免疫系统组成及功能；免疫应答的类型及作用。
2. 熟悉 固有免疫与适应性免疫的特点。
3. 了解 免疫学发展史，以及免疫学在医学中的作用。

第一节 免疫与免疫学概述

一、免疫与免疫学概念

免疫学是医学中一门基础性、支柱性学科，亦与生物学多学科广泛交叉，很多严重危害人类健康重大疾病的发病机制及防治策略与免疫学关系密切。如 18 世纪末，通过从牛痘中制备活疫苗，成功防治天花。人痘和牛痘的发明及其应用，推动了人类对微生物致病及疫苗抗病机制的研究，由此促进了免疫学学科的发展。

人类对“免疫”的认识起源于对感染性疾病的抵抗能力，免疫（immunity）一词源于拉丁文 *immunitas*，其原意是免除税赋和徭役，引入医学领域则指免除瘟疫（传染病）。现代“免疫”的概念指机体对“自己”和“非己（抗原）”的识别与应答过程中所产生的生物学效应，在正常情况下，是维持机体内环境稳定的一种生理性功能。机体识别“非己（抗原）”，对其产生免疫应答并清除之；正常机体对“自己”则不产生免疫应答，即维持耐受。免疫识别是诱导和触发机体产生免疫应答反应或者决定免疫系统处于耐受状态的重要免疫过程，是免疫学研究中的一个关键科学问题。

在异常或病理情况下，机体识别“自己”和“非己”的功能发生紊乱，病毒感染或基因突变可导致细胞癌变，后者所表达的肿瘤抗原并非由胚系基因编码（属“非己”），但由于机体免疫监视障碍，以致不能识别并清除恶变细胞，则导致肿瘤的发生和发展；自身抗原由胚系基因编码，如果免疫系统功能紊乱可将其视为“非己”，从而发动免疫攻击以致引发自身免疫病。