

高等医药院校器官系统医学教材

# Immune System

# 免疫系统

主 编 李伟毅 鲍春德  
主 审 周光炎



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

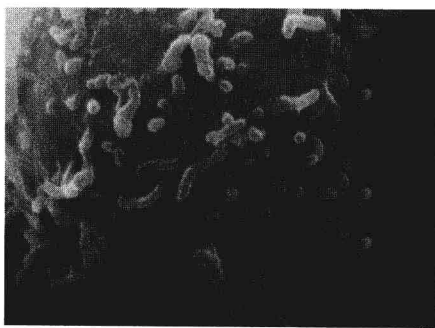
高等医药院校器官系统医学教材

# 免疫系统

Immune System

主 编 李伟毅 鲍春德

主 审 周光炎



上海交通大学出版社

## 内 容 提 要

高等医药院校器官系统医学教材是为适应“人体器官系统为基础”的医学教育新模式体系而编写的一套医学整合教材。本书将与免疫系统有关的基础知识进行有机整合,结合该器官系统常见疾病作临床导论介绍,全书分为三篇:基础医学、临床医学导论、自我测评。本教材不仅适用于临床医学专业的本科生,也可作为临床住院医生的读本。多学科整合式的基础知识有助于对临床问题的认识和理解。

### 图书在版编目(CIP)数据

免疫系统 / 李伟毅, 鲍春德主编. — 上海: 上海交通大学出版社, 2010

高等医药院校器官系统医学教材

ISBN 978-7-313-06521-6

I. ① 免… II. ① 李… ② 鲍… III. ① 免疫性疾病—诊疗—高等学校—教材 IV. ① R593

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 098357 号

## 免疫系统

李伟毅 鲍春德 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 960mm 1/16 印张: 22.5 字数: 458 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 3030

ISBN 978-7-313-06521-6/R 定价: 46.00 元

版权所有 侵权必究

# 高等医药院校器官系统医学教材 编审委员会名单

主任 沈晓明

副主任 王一飞（常务） 钱关祥 黄 钢

成 员（按姓氏笔画排序）

朱明德 李宏为 汤雪明 张天蔚 陈红专

胡翊群 姜叙诚 唐红梅 富冀枫

秘 书 鲁 威 张君慧

## 《免疫系统》编委会名单

主 编 李伟毅 鲍春德

主 审 周光炎

编 者（按姓氏笔画排序）

冯京生 池永斌 吕良敬 李宁丽 张 勇

张冬青 张雁云 张 巍 陆 瑜 胡大伟

胡雪梅 聂 红 席晔斌（秘书） 蒋黎华

# 序

---

进入21世纪，医学科学面临严峻的挑战，同时也呈现空前的机遇。一言以概之，21世纪的医学将经历三个重要的战略转移：

目标上移：从以疾病为主导走向以健康为主导。

重心下移：从以医院为基地走向以社区及家庭为基地。

关口前移：从以疾病诊断与治疗为重点，前移到注重疾病的预防与健康促进。

毫无疑问，这三个重要的战略转移必将推动医学理念、医学模式、医疗卫生服务体系及医学科学和技术的巨大变革。“今天的医学生，就是明天的医生”，为适应这个重大的变革需求，医学教育改革已势在必行，迫在眉睫。

当前中国的医学教育基本上还是沿袭20世纪30年代的传统医学教育模式，其主要的弊病可归纳为以下三点：

(1) 培养目标仍然是根据传统生物医学模式，培养立足医院、以疾病诊治为主要任务的医生。

(2) 课程体系仍然是先基础，后临床，基础医学与临床医学基本隔绝；仍然是以几十门学科“各自为政”的课程体系。

(3) 教学方式仍然是以教师为中心、课堂为基础、教材为蓝本的传统方法，学生缺乏主动参与的积极性和能动性。

有鉴于此，上海交通大学医学院经过多年的试点探索，借鉴国内外医学教育改革的宝贵经验，结合中国与上海交通大学医学院的实情，决定从2008年开始，试行全新的医学教育模式体系，以期探索一条既符合国际潮流又具有中国特色的医学教育改革的新途径。

这个新的医学教育模式体系有如下五个特点：

(1) 培养目标是能适应21世纪需求，符合生物、心理、社会医学新模式的医生。

(2) 重新构筑医学教育体系，使医学通识人文教育、基础医学教育与临床医学教育三者始终不断线，以期三者交叉互动，循序渐进，螺旋上升。

(3) 在保留必要的课程体系完整性与系统性的前提下，开设三门医学整合课程：医学导论、以人体器官系统为基础的医学整合课程及临床医学整合课程。

(4) 采用以学生为中心的参与式教学模式，根据不同的教学内容及学习阶段，采用PBL（以问题为基础）、CBL（以病例为基础）、TBL（以小组为基础）、RBL（以探索研究为基础）及CAL（计算机辅助）等学习方法，以期尽可能调动学生学习的主动能动性。

(5) 建立新的教学评估体系, 知识、能力与素质三者并重; 改革考试方法, 采用笔试、口试、综合讨论、OSCE (客观标准化临床技能考核)、文献综述、学术报告及论文撰写等多种方法对学生的水平进行客观的综合测评。

为配合这个全新的医学教育模式体系, 我们组织了上海交通大学医学院的几十位专家, 集思广益, 耗时数年编写了这套以人体器官系统为基础的医学整合教材。我们的构思如下:

(1) 以人体各器官系统为切入点, 将与该器官系统有关的基础知识 (解剖、胚胎、生理、病理等) 加以有机整合, 在此基础上结合该器官系统常见疾病作临床导论介绍, 为学习今后临床医学课程打好基础。

(2) 整合是这套系列教材的灵魂与特色, 所谓整合, 是指与该器官系统相关的基础医学各学科间的整合, 与该器官系统相关的基础医学与临床医学之间的整合, 也包括人体十大器官系统相互之间的关联与整合。

(3) 每册器官系统整合教材都精心撰写一篇绪论, 绪论的目的是力求让读者对该器官系统有一个鸟瞰式的综合认知。绪论包括该器官系统的主要结构与功能, 该器官系统与人体其他器官系统的相互关系, 以及该器官系统主要疾病与健康问题的流行病学, 常见疾病的诊治原则, 尤其强调疾病的预防与健康促进的重要性。

(4) 这是一套系列医学教材, 既不是专著也不是实用手册。因此在编写上我们尽量符合教材编写的要求, 即具有科学性、系统性与可读性。每册教材力求文字通顺, 图文并茂, 以便学生自学。每册教材后均附有自我测评的习题, 包括选择题及问答题等, 以使学生在学完以后能对自己的水平作一个客观的自我评价。每册教材均由2~3位在医学教育第一线的基础与临床医学教授担任主编, 并请一位资深专家进行审阅, 以保证全书的质量。

总之, 这套以人体器官系统为基础的医学整合教材是几十位教授耗时数年共同努力的结晶。上海交通大学医学院的党政领导也给予了全力支持与鼎助, 还有许多默默无闻的工作人员为之付出了大量的心血, 对此一并表示衷心的感谢与崇高的敬意。

“实践是检验真理的唯一标准”, 这套教材的问世只是我们万里长征中的一步。这一步是否正确, 必须也只能在今后的实践中加以检验, 在今后教学实践中不断调整, 逐步完善, 与时俱进。我们诚挚地期望使用这套教材的教师、学生及其他读者随时提出批评与建议。你们的反馈与评价是我们不断改进与完善的动力与支撑。但我坚信, 只要目标明确, 方向对头, 每前进一步就会向着我们的既定目标靠近一步。

上海交通大学医学院顾问  
王一飞 教授

# 前 言

---

为适应“人体器官系统为基础”的医学教育新模式体系以及以人体器官系统为基础的医学整合课程而编写的《免疫系统》，是将与免疫系统有关的基础知识有机整合，在此基础上结合该器官系统常见疾病作临床导论介绍，为今后临床医学课程的学习打好基础。

人体器官系统为基础的整合式教材，适应临床医学专业培养目标的要求，也适应健康、预防和临床工作的实际。因此，本教材不仅适用于临床医学专业的本科生，也可作为临床住院医生的读本。多学科整合式的基础知识有助于对临床问题的认识和理解。

全书分为三篇：第一篇：基础医学。着重介绍免疫系统的组成、功能、免疫的基本概念等，使学生对基础免疫学有一基本的整体了解，为下一步学习打下良好的基础。第二篇：临床医学导论。着重介绍自身免疫和自身免疫性疾病和免疫缺陷病等两部分内容。结合基础免疫学使学生对相关的免疫系统疾病有一大致的了解，为进入临床学习打下深厚的基础。第三篇：自我测评。本篇引出了相应的自我学习、自我检测的试题，包括最佳选择题、多项选择题及问答题（含简答题）。最佳选择题附答案，便于学生自我评价。问答题（含简答题）未附答案，目的在于启发学生思路，能从新颖、综合及多途径着手，以找出最合适的答案。书末附有名词索引。

本教材系在多名免疫学教师及临床医师共同努力下完成的，他们是：主审：周光炎教授。主编：李伟毅教授、鲍春德教授。其中：绪论（李伟毅）；淋巴器官的结构与组成（冯京生）；抗原、免疫球蛋白（池永斌、胡雪梅）、补体系统（张勇、李伟毅）；细胞因子、白细胞分化抗原与黏附分子（张勇、张冬青）；主要组织相容性复合体（李伟毅）；固有免疫细胞、适应性免疫细胞（张雁云）；抗原受体基因及多样性（李伟毅）；固有免疫应答（张勇、李伟毅）；抗原加工与提呈、T细胞介导的免疫应答、B细胞介导的免疫应答（蒋黎华）；免疫调节、免疫耐受（李宁丽）；超敏反应、移植免疫（蒋黎华）；肿瘤免疫（聂红）；自身免疫与自身免疫性疾病（陆瑜、胡大伟、鲍春德）；免疫缺陷及免疫缺陷病（张巍、鲍春德、吕良敬）。

全书插图由张勇老师负责，席晔斌老师为编写秘书。

在此谨向上述教师、医师及所有为此书作出贡献的教师、医生致以谢意！并向学校、医学院、教务处和基础医学院有关领导的支持、帮助，表示衷心的感谢！

《免疫系统》的出版，是全体编委共同努力、通力合作的结果，希望能达到我们的出版目的。同时，衷心希望广大师生在教学实践中提出宝贵的意见，以使本书不断改进，更趋完善。

李伟毅

2009年3月19日



# 目 录

---

## 绪 论

第一节 免疫及免疫系统的基本概念	1
一、免疫的基本概念	1
二、免疫系统的基本概念	2
第二节 免疫系统的组成及其功能	2
一、固有免疫系统	2
二、适应性免疫系统	5
第三节 免疫系统与机体其他系统	9
一、神经系统与免疫系统	9
二、内分泌系统与免疫系统	10
三、遗传对免疫系统的影响	10
第四节 免疫系统与临床医学	11
一、免疫系统在临床医学中的地位	11
二、免疫系统和临床疾病	12
三、免疫系统与临床医学领域	13

## 第一篇 基础医学

第一章 淋巴组织和淋巴器官的组织结构	16
第一节 淋巴组织	16
一、弥散淋巴组织	16
二、淋巴小结	16
第二节 淋巴器官	17
一、胸腺	18
二、淋巴结	21
三、脾	26
四、扁桃体	30
第三节 单核-巨噬细胞系统	31
第二章 抗原	32

第一节 抗原的异物性与特异性	32
一、异物性	32
二、特异性	33
第二节 影响抗原免疫原性的因素	35
一、抗原的理化性质	35
二、宿主方面的因素	36
三、抗原进入机体的方式	37
第三节 抗原的分类	37
一、根据诱生抗体是否需要Th细胞的辅助分类	37
二、根据抗原与机体的亲缘关系分类	38
三、根据抗原是否在细胞内合成分类	39
四、其他分类	39
第四节 超抗原	40
一、超抗原的种类	40
二、超抗原的特点	41
第五节 免疫佐剂	42
一、佐剂的种类	42
二、佐剂的作用机制	43
第三章 免疫球蛋白	44
第一节 免疫球蛋白的结构	44
一、免疫球蛋白的基本结构	44
二、免疫球蛋白的立体结构	47
三、免疫球蛋白的其他成分	48
四、免疫球蛋白的水解片段	49
第二节 免疫球蛋白的异质性	50
一、免疫球蛋白可变区的异质性	50
二、免疫球蛋白恒定区的异质性	50
三、免疫球蛋白的独特型	51
第三节 免疫球蛋白的主要生物学功能	52
一、免疫球蛋白V区的功能	53
二、免疫球蛋白C区的功能	53
第四节 各类免疫球蛋白的特性和作用	55
一、IgG	55
二、IgM	56

三、IgA .....	56
四、IgE .....	56
五、IgD .....	56
第五节 人工制备抗体 .....	57
一、多克隆抗体 .....	57
二、单克隆抗体 .....	57
三、基因工程抗体 .....	59
<b>第四章 补体系统</b> .....	60
第一节 补体系统的组成和理化性质 .....	60
一、补体系统的组成与命名 .....	60
二、补体的理化性质 .....	61
第二节 补体的激活 .....	62
一、经典激活途径 .....	63
二、MBL激活途径 .....	65
三、替代激活途径 .....	67
四、补体激活的末端共同通路 .....	69
第三节 补体激活的调控 .....	71
一、经典途径和MBL途径活化阶段的调控 .....	72
二、替代途径活化阶段的调控 .....	72
三、末端共同通路的调控 .....	72
第四节 补体受体 .....	73
第五节 补体的生物学功能 .....	74
一、溶菌和细胞裂解作用 .....	74
二、调理作用 .....	75
三、参与炎症反应 .....	75
四、清除免疫复合物 .....	75
第六节 补体系统与疾病 .....	75
一、补体缺陷症 .....	75
二、补体作为致病因子 .....	76
三、补体与异种移植 .....	76
<b>第五章 细胞因子</b> .....	77
第一节 细胞因子概述 .....	77
一、细胞因子的产生 .....	77
二、细胞因子的作用方式及特点 .....	78

三、细胞因子的分类 .....	79
第二节 细胞因子的功能 .....	81
一、介导固有免疫应答和炎症反应 .....	81
二、调节淋巴细胞的活化、生长和分化, 介导适应性免疫应答 .....	81
三、刺激造血细胞的生成和分化 .....	82
第三节 细胞因子受体 .....	83
一、细胞因子受体结构特征 .....	83
二、细胞因子受体介导的信号转导 .....	85
第四节 趋化因子及其受体 .....	86
一、趋化因子结构、分类及功能 .....	86
二、趋化因子受体 .....	87
第五节 细胞因子与临床 .....	88
一、细胞因子与疾病 .....	88
二、细胞因子的临床应用 .....	89
第六章 白细胞分化抗原和黏附分子 .....	91
第一节 白细胞分化抗原 .....	91
一、白细胞分化抗原的命名——CD系统 .....	91
二、白细胞分化抗原的功能 .....	92
三、重要的白细胞分化抗原 .....	93
第二节 黏附分子 .....	95
一、黏附分子的种类与结构 .....	96
二、黏附分子的功能 .....	97
第三节 临床应用 .....	98
一、临床疾病的检测 .....	98
二、临床疾病的治疗 .....	98
第七章 主要组织相容性复合体 .....	99
第一节 HLA复合体的基因结构 .....	99
一、HLA I类基因 .....	100
二、HLA II类基因 .....	100
三、HLA III类基因 .....	100
第二节 HLA复合体的遗传特点 .....	101
一、单体型遗传 .....	101
二、多态性 .....	102
三、连锁不平衡 .....	103

第三节	HLA分子结构及其分布	103
一、经典的HLA I类分子		103
二、经典的HLA II类分子		104
第四节	HLA分子与抗原肽的相互作用	106
一、HLA分子与抗原肽相互作用的分子基础		106
二、HLA分子与抗原肽相互作用的特点		107
第五节	MHC的生物学功能	107
一、诱导T细胞的成熟——介导T细胞库的形成		108
二、提呈抗原——启动免疫应答		108
第六节	HLA与医学	108
一、HLA与器官移植		108
二、HLA与疾病的关联		109
三、法医学应用		110
<b>第八章</b>	<b>固有免疫细胞</b>	111
一、自然杀伤细胞		112
二、单核吞噬细胞		115
三、树突细胞		118
四、其他固有免疫细胞		121
<b>第九章</b>	<b>适应性免疫细胞</b>	123
第一节	T细胞	123
一、T细胞的分化成熟		123
二、T细胞的表面分子		125
三、T细胞亚群		128
第二节	B细胞	130
一、B细胞的分化成熟		130
二、B细胞的表面分子		132
三、B细胞亚群		134
<b>第十章</b>	<b>淋巴细胞抗原受体基因及多样性的产生</b>	135
第一节	T细胞抗原受体基因	135
一、TCR基因及其表达		136
二、TCR多样性的产生机制		138
第二节	B细胞抗原受体基因	140
一、BCR基因及其表达		140
二、基因重排机制		143

三、BCR多样性产生的机制 .....	144
<b>第十一章 固有免疫应答</b> .....	146
<b>第一节 参与固有免疫应答的组织、细胞和分子</b> .....	146
一、防御屏障 .....	146
二、固有免疫细胞和分子 .....	146
<b>第二节 固有免疫应答过程</b> .....	149
一、固有免疫应答的识别阶段 .....	149
二、固有免疫应答的效应阶段 .....	153
三、固有免疫应答的调节 .....	155
<b>第三节 固有免疫的功能</b> .....	157
一、抗感染 .....	157
二、免疫自稳和免疫监视 .....	157
三、参与启动与调控适应性免疫应答 .....	157
<b>第十二章 抗原的加工与提呈</b> .....	159
<b>第一节 抗原提呈细胞</b> .....	159
一、基本概念 .....	159
二、3类专职APC的抗原提呈特点 .....	160
<b>第二节 内源性抗原的加工与提呈</b> .....	162
一、蛋白酶体与抗原降解 .....	162
二、TAP与抗原肽转运 .....	163
三、MHC I类分子装配与荷肽 .....	164
四、MHC I类分子荷肽与其稳定表达 .....	164
<b>第三节 外源性抗原的加工提呈</b> .....	165
一、抗原摄取与降解 .....	165
二、MHC II类分子装配与转运 .....	166
三、MHC II类分子荷肽 .....	167
四、外源性抗原的提呈 .....	167
<b>第四节 非经典的抗原加工与提呈</b> .....	168
一、抗原的交叉提呈 .....	168
二、CD1分子的抗原提呈作用 .....	169
<b>第十三章 T淋巴细胞介导的免疫应答</b> .....	170
<b>第一节 T细胞对抗原识别</b> .....	170
一、TCR识别抗原的特点 .....	171
二、T细胞与抗原提呈细胞的相互作用 .....	172

第二节 T细胞活化及其信号转导 .....	172
一、T细胞活化的双信号要求 .....	172
二、T细胞活化的信号转导 .....	174
三、相应基因的激活 .....	176
四、CTLA-4的负调节作用 .....	176
第三节 T细胞克隆性增殖和分化 .....	177
一、T细胞的克隆性增殖 .....	177
二、T细胞的分化 .....	177
第四节 效应T细胞的应答效应 .....	178
一、Th细胞的效应 .....	179
二、CTL的效应 .....	180
三、T细胞活化后诱导的自身凋亡 .....	181
<b>第十四章 B淋巴细胞介导的免疫应答 .....</b>	<b>182</b>
第一节 B细胞对TD抗原的免疫应答 .....	182
一、B细胞应答的基本过程 .....	182
二、B细胞对TD抗原的识别与信号转导 .....	183
三、B细胞的活化、增殖与分化 .....	187
第二节 B细胞对TI抗原的免疫应答 .....	192
一、对TI-1抗原的应答 .....	192
二、对TI-2抗原的应答 .....	193
三、对TI抗原应答的特点及意义 .....	194
第三节 体液免疫应答的一般规律 .....	194
一、初次应答 .....	194
二、再次应答 .....	194
<b>第十五章 免疫调节 .....</b>	<b>196</b>
第一节 分子水平的调节 .....	196
一、信号转导调控中两类功能相反的分子 .....	196
二、免疫细胞活化中两类功能相反的受体 .....	197
第二节 细胞水平的免疫调节 .....	202
一、调节性T细胞的调节作用 .....	202
二、抗独特型抗体和独特型网络的调节作用 .....	204
三、激活诱导的细胞死亡的调节作用 .....	206
第三节 群体和整体水平的免疫调节 .....	207
第四节 免疫干预和疾病防治 .....	208

<b>第十六章 免疫耐受</b> .....	209
<b>第一节 免疫耐受的发现和人工诱导的免疫耐受</b> .....	209
一、天然免疫耐受的发现 .....	209
二、人工诱导的免疫耐受 .....	210
<b>第二节 影响免疫耐受形成的因素</b> .....	211
一、抗原因素在诱导免疫耐受中的作用 .....	211
二、机体在诱导免疫耐受中的作用 .....	213
<b>第三节 免疫耐受的发生机制</b> .....	213
一、中枢耐受 .....	214
二、外周耐受 .....	215
<b>第四节 免疫耐受与临床医学</b> .....	217
一、诱导免疫耐受用于疾病防治 .....	217
二、打破免疫耐受用于增强机体的免疫功能 .....	218
<b>第十七章 超敏反应</b> .....	220
<b>第一节 I型超敏反应</b> .....	220
一、I型超敏反应的发生原因 .....	220
二、I型超敏反应的发生过程和机制 .....	222
三、临床常见疾病 .....	224
四、防治原则 .....	225
<b>第二节 II型超敏反应</b> .....	226
一、发生机制 .....	226
二、常见疾病 .....	227
三、特殊类型的II型超敏反应 .....	228
<b>第三节 III型超敏反应</b> .....	229
一、发生机制 .....	229
二、常见疾病 .....	231
<b>第四节 IV型超敏反应</b> .....	231
一、发生机制 .....	232
二、常见疾病 .....	233
<b>第十八章 肿瘤免疫</b> .....	234
<b>第一节 肿瘤抗原</b> .....	234
一、根据肿瘤抗原特异性分类 .....	235
二、根据肿瘤诱发因素分类 .....	237
<b>第二节 机体抗肿瘤的免疫效应机制</b> .....	237



一、适应性免疫应答 .....	238
二、固有免疫应答 .....	240
第三节 肿瘤免疫逃逸机制 .....	241
一、与肿瘤细胞有关的因素 .....	241
二、与宿主免疫系统有关的因素 .....	243
第四节 肿瘤免疫学诊断 .....	243
一、血清肿瘤抗原的检测 .....	244
二、肿瘤细胞表面标志物检测 .....	244
三、检测肿瘤抗体 .....	244
四、体内肿瘤的放射成像技术 .....	244
第五节 肿瘤的免疫防治 .....	245
一、肿瘤主动免疫疗法 .....	245
二、肿瘤被动免疫疗法 .....	246
<b>第十九章 移植免疫</b> .....	<b>249</b>
第一节 同种异基因移植排斥反应的识别机制 .....	249
一、同种异型排斥识别的靶抗原 .....	250
二、同种异型排斥识别的靶细胞 .....	251
三、T细胞对同种异型抗原的识别方式 .....	251
第二节 同种异基因移植排斥反应的类型及损伤机制 .....	253
一、宿主抗移植物反应 .....	253
二、移植物抗宿主反应 .....	256
第三节 同种异基因移植排斥反应的防治 .....	256
一、超急性排斥反应的预防 .....	256
二、HLA配型 .....	256
三、移植物或受者预处理 .....	257
四、抑制免疫应答 .....	258
五、诱导免疫耐受 .....	258
第四节 异种移植 .....	260
一、供体动物的选择 .....	260
二、移植排斥机制及解决策略 .....	260

## 第二篇 临床医学导论

<b>第二十章 自身免疫和自身免疫性疾病</b> .....	<b>262</b>
第一节 自身免疫 .....	262