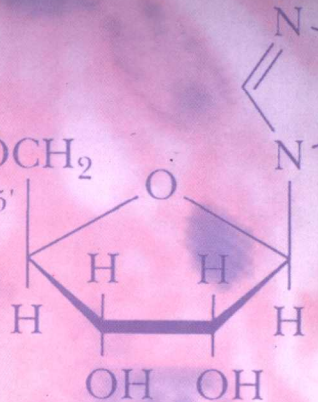




全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

医学免疫学

主编 高晓明

ShengLi
5500

IIAD



高等教育出版社
Higher Education Press

全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

医学免疫学

主 编 高晓明

副主编 熊思东 吴玉章

编 者 (以姓氏拼音为序)

傅颖媛 江西医学院

何 维 中国协和医科大学

冷 静 广西医科大学

李伟毅 上海第二医科大学

林英姿 海南医学院

王小宁 华南理工大学

吴玉章 第三军医大学

徐晓军 北京大学

章崇杰 四川大学

赵振东 北京大学

高晓明 北京大学

季晓辉 南京医科大学

李 芳 大连医科大学

栗占国 北京大学

王润田 河北医科大学

吴长有 中山大学

熊思东 复旦大学

张丽芳 温州医学院

章晓联 武汉大学

秘 书 徐晓军



高等教育出版社

Higher Education Press

内容简介

本书由我国八所医学院校在免疫学教学第一线上长期执教的十六位教师和专家合作完成。北京大学医学部高晓明教授担任主编,复旦大学上海医学院熊思东教授和第三军医大学免疫学研究所吴玉章教授担任副主编。

书中内容紧跟国际前沿,反映了医学免疫学领域的最新进展。文笔简练、安排合理,生动形象地阐释了医学免疫学的核心内容。图文并茂,全书插图共 200 余幅。涵盖国家医师资格考试免疫学部分大纲所要求的全部内容。

本书适用于基础、临床、预防、口腔医学类专业本科生、研究生、医学院所教师和研究人员及医务工作者等。

图书在版编目(CIP)数据

医学免疫学/高晓明主编. —北京:高等教育出版社,
2006. 7

供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用

ISBN 7-04-019394-9

I. 医... II. 高... III. 医药学:免疫学-医学院
校-教材 IV. R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 065277 号

策划编辑	刘晋秦	责任编辑	刘晋秦	封面设计	张楠	责任绘图	朱静
版式设计	马静如	责任校对	胡晓琪	责任印制	宋克学		

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 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京人卫印刷厂

开 本 889×1194 1/16
印 张 20
字 数 600 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 7 月第 1 版
印 次 2006 年 7 月第 1 次印刷
定 价 37.60 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 19394-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

序

记得在十多年前，我在原华西医科大学做呼吸专业教授，每每授课之余，我都在想这样的问题：教育究竟承载着怎样的重荷、责任？在我走上领导岗位后，从最初医科大学副校长、省卫生厅厅长、卫生部副部长，到现在的中国医师协会会长，虽从未主管过教学工作，但上述问题却时常萦绕着我，思考从未停止过，时至今日，答案越来越清晰，明确！那就是教育要发展，要进步，首先教育理念必须发生深刻的变革，教育的内涵必须大幅度外延，教学方式必须改革。具体到医学教育，我个人有几点看法：

在教学上：第一，医学是关系到生命、健康的科学，必须强调严谨性；第二，医学是一门边缘性科学，且发展很快，因此应强调教师知识不断更新，增强接受新理论、新知识的能力，满足学生扩大知识面的需求；第三，医务工作除了治病救人外，还涉及伦理、道德、法律等一系列问题，医学教育应增加大量社会科学知识，并加强培养医学生的人文关怀精神；第四，医学专业的形态学课程较多，学习时需要强记硬背，但实际运用时非常强调灵活性。因此，注意培养学生的形象思维与逻辑思维，即平时我们所说的临床思维能力，尤为重要。

在教材上：第一，内容在强调“三基”的同时，应能及时反映疾病谱的变化及学科的发展；第二，内容在注重科学性的同时，应为所教所学者着想，即将复杂、高深的知识，用最简单易懂的文字或图表表述出来；第三，教材应充分反映医学这门学科的特点，即形态学、方法学的内容较多。因此，应做到图文并茂，有些内容甚至可用视频来表达。

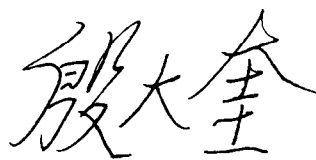
虽然自己对教学工作和教材建设有一些想法，但高等教育出版社请我来为这套医学教材做序时，使我十分为难。一是我离开教育、临床工作多年；二是先前我对其他很多专家邀请做序或跋拒绝多多，此次执笔搞不好会有厚此薄彼之嫌。但我细读此套教材的策划及部分章节后，眼前一亮，不禁释怀。

此套教材在内容、形式上有许多新颖之处：1. 基础学科教材注意了理论与临床紧密结合，删减了为使学科系统化而舍简求繁的内容，突出了为临床服务，打基础的特点；2. 临床学科教材则根据近些年来疾病谱的变化，突出重点地介绍了临床常见病、多发病的诊疗知识、技术手段，而且增加了近年来被公认、成熟的新知识、新技术；3. 这是一套真正意义的立体化教材，不但图文并茂，且配有学生用光盘及教师授课多媒体光盘。光盘中内容丰富，有大量彩图、病案分析、进展讲座、习题。大大丰富了教材内容，达到了医学教育应以视觉教学为主的目的；4. 本套教材作者队伍年轻化，主编平均年龄50余岁，多为留学归国人员，且为活跃在教学、临床一线的骨干。

更为可贵的是，本套教材由于策划得当，在丰富了教材内容、提高印刷质量的同时，却未增加篇幅、提高书价，减轻了学生的经济负担。以《病理学》为例，全书

彩色印刷，有近 500 幅彩图，并附学生用光盘，有病理报告库（内有 17 个 CPC）和图库（内有 302 幅较为罕见的彩图），而全书定价不过 60 元。作为教材，能有如此的印刷质量、定价，在我国也是少见的，为此，我深感欣慰！

谨以此文，权当为序，有些提法不知当否，还请教育界、医学界有关同仁指正。

A large, stylized handwritten signature in black ink, reading '殷大奎' (Yan Dajin).

中国医师协会会长
2003 年 6 月 12 日于北京

出版说明

为贯彻教育部关于“教材建设精品化,教材要适应多样化教学需要”(教高[2001]1号)的精神,在全国高等学校教学研究会、中国医师协会以及数十所高等医学院校大力支持下,经两千余名具有丰富教学经验的医学专家及学者的共同努力,高等教育出版社出版了全国高等学校医学规划教材。愿此凝聚着众多学者智慧与汗水的教科书,能给我国的医学教材建设注入活力,推动并加速医学教育改革的发展。

全国高等学校医学规划教材(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)以全球医学教育最低基本要求及教育部“新世纪高等教育教学改革工程”重点项目——临床医学专业本科教学基本要求为准则;突出对学生创新意识、创新能力和批判性思维方式的培养;强调与医疗卫生的联系,囊括了国家执业医师考试所需的知识。整套教材中各学科相关内容有机衔接、循序渐进,既防止各学科之间脱节,又避免了重复,更为有特色的是书后配有包含信息库、习题库、案例库、图像库等内容的内容的学生用光盘,部分学科还配有教师用光盘。全套教材论述严谨,语言流畅、简洁,层次分明,编排格式新颖,图文并茂,并根据学科特点,采用了全彩色印刷或彩色插页,有些内容甚至用视频形式来表达。

全国高等学校医学规划教材(成人教育)针对成人医学教育特点而编写,主编及编写人员均是具有多年医学教育经验的专家和学者。与同类教材相比,此套教材在以下几方面进行了创新和探索:(1)在确定编写体系和选择教材内容时,注重对学生创新思维、分析解决问题能力以及综合素质的培养,尽量做到以问题为中心,与临床紧密结合,学以致用。(2)注重素质教育,加强对学生伦理、道德素质和法制观念的培养。

建立面向现代化、面向世界、面向未来的立体化、系列化精品医学教材,是高等教育出版社追求的目标。尽管我们在出版教材的工作中力求尽善尽美,但仍避免不了存在这样或那样的不足和遗憾,恳请广大专家、教师及学生提出宝贵的意见和建议,为促进我国高等医学教育的进一步发展共同努力。

全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

第一批启动教材(已于2003—2004年出版)

基础化学	主编	祁嘉义	内科学	主编	张运
医用有机化学	主编	唐玉海	外科学	主编	郑树森
生物化学	主编	赵宝昌	妇产科学	主编	孔北华
医用物理学	主编	洪洋 鲍修增	儿科学	主编	王卫平
临床医学导论(第2版)	主编	孙宝志	眼科学	主编	葛坚
医学伦理学	主编	孙慕义	耳鼻咽喉头颈科学	主编	韩德民
系统解剖学	主编	钟世镇	口腔临床医学导论	主编	樊明文
局部解剖学	主编	王怀经	神经病学	主编	张淑琴
断层解剖学	主编	刘树伟	精神病学	主编	李凌江
组织学与胚胎学	主编	高英茂	传染病学	主编	李兰娟
医学微生物学	主编	黄汉菊	法医学	主编	侯一平
医学寄生虫学	主编	汪世平	中医学	主编	陆付耳
生理学	主编	王庭槐	循证医学	主编	李幼平
病理学	主编	王恩华	全科医学	主编	梁万年
病理生理学	主编	肖献忠	康复医学	主编	纪树荣
药理学	主编	颜光美	预防医学	主编	施榕
诊断学	主编	张桂英	流行病学	主编	姜庆五
医学影像学	主编	孟俊非	医学统计学	主编	倪宗瓚
核医学	主编	黄钢	医学信息检索	主编	徐一新

第二批启动教材(于2005—2006年陆续出版)

医学细胞生物学	主编	胡以平	医学免疫学	主编	高晓明
临床药理学	主编	王怀良	机能实验学	主编	杨芳炬
医学心理学	主编	吴均林	卫生法学	主编	孙东东
医学生物学			皮肤性病学		医学分子生物学
医学遗传学			急救医学		卫生学

全国高等学校医学规划教材

(成人教育)

内科学	主编	刘远厚	生理学	主编	徐斯凡
外科学	主编	高居忠	生物化学	主编	万福生
妇产科学	主编	林仲秋	人体解剖学	主编	席焕久
儿科学	主编	黎海芪	药理学	主编	凌保东
病理学	主编	章宗籍	医学伦理学	主编	卜平
医学免疫学	主编	张昌菊	预防医学	主编	钟才高
医学微生物学	主编	吴移谋			

前言

我一直希望有机会能和其他同道们共同编写一本免疫学教科书，介绍免疫学基本知识和最新进展。这不仅因为与著名的学者和教师们共同著书是一种荣幸，更因为承载了多人智慧的著作可以写得很精彩。俗话说，三个臭皮匠胜过一个诸葛亮，更何况我们这本书有十九个在免疫学教学和科研第一线上长期工作的编委。本书中精彩的部分就是编委们的杰作。当然，多人合作完成一本书也容易出现笔法不一，衔接不好的缺点。如果出现了这样的情况，那一定是主编的责任，因为主编的任务就是将编委们所撰写的内容加以整合和梳理，使其以统一的风格和面貌呈现在读者的面前。但是由于时间仓促和学识有限，书中仍有不少疏漏，真诚希望同道们和读者们能够批评指正，以帮助我们在出下一版的时候做得更好。

感谢北京大学医学部免疫学系徐晓军副教授作为本书编委会秘书所做的一切。感谢免疫学系的同仁帮助校对书稿。本书中的插图由我的助手田科根据作者所提供的样图绘制，在此一并表示谢意。

高晓明

2006年6月 于北京

目 录

第一部分 免疫系统概况与固有免疫

第一章 绪论 3	第四节 补体受体 33
第一节 瘟疫与免疫 3	第五节 补体系统的功能 35
第二节 免疫学发展简史 4	第六节 补体系统与疾病 36
第三节 免疫系统概要 6	第四章 固有免疫系统 38
第四节 免疫相关疾病 9	第一节 固有免疫屏障 38
第二章 免疫细胞与免疫器官 10	第二节 固有免疫分子 39
第一节 中枢免疫器官 10	第三节 固有免疫细胞 41
第二节 外周免疫器官 11	第四节 固有免疫应答 49
第三节 淋巴细胞与淋巴细胞再循环 16	第五章 抗原 53
第四节 单核细胞、巨噬细胞与树突细胞 17	第一节 抗原的概念 53
第五节 颗粒细胞 19	第二节 影响抗原免疫原性的因素 54
第三章 补体系统 21	第三节 抗原的特异性和交叉反应 57
第一节 补体系统的组成 22	第四节 抗原的分类 60
第二节 补体系统的激活 25	第五节 非特异性免疫细胞刺激剂 61
第三节 补体系统的调节 31	

第二部分 免疫识别分子

第六章 主要组织相容性抗原及其基因复合体 67	第八章 免疫球蛋白及其基因 98
第一节 MHC 的组成 68	第一节 免疫球蛋白的结构 99
第二节 MHC 基因的遗传规律 71	第二节 抗体的生物学功能 101
第三节 MHC 分子的结构与细胞分布 74	第三节 五类免疫球蛋白的生物学特性 102
第四节 MHC 分子与抗原肽的结合 77	第四节 免疫球蛋白基因 104
第五节 MHC 的生物学意义 82	第九章 淋巴细胞的发育 108
第七章 T 细胞受体及其编码基因 86	第一节 造血干细胞向淋巴干细胞的分化 108
第一节 TCR 的组成及基本结构 86	第二节 T 淋巴细胞在胸腺内发育与成熟 111
第二节 TCR 编码基因的结构及重排 89	第三节 B 淋巴细胞在骨髓中的发育与成熟过程 115
第三节 TCR 的多样性及其机制 93	第四节 NK 细胞的发育 118
第四节 TCR 介导的免疫识别 95	第五节 CD4 ⁺ CD25 ⁺ 调节性 T 细胞的发育 119

第三部分 获得性免疫应答原理

第十章 获得性细胞免疫应答 123	第一节 抗原递呈与识别 124
--------------------------------	------------------------------

第二节 T 细胞活化	134	第二节 B 细胞对抗原的识别	159
第三节 细胞介导免疫的效应机制	139	第三节 B 细胞的活化与增殖	161
第十一章 细胞因子	143	第四节 抗体的生成及其理论	165
第一节 细胞因子的共同特点	144	第五节 体液免疫应答的效应	168
第二节 细胞因子的分类和功能	146	第十三章 免疫耐受与免疫调节	170
第三节 细胞因子受体	149	第一节 中枢免疫耐受	171
第四节 细胞因子的生物学作用	151	第二节 外周免疫耐受	171
第五节 细胞因子与临床	154	第三节 诱导性免疫耐受	172
第十二章 体液免疫应答	156	第四节 免疫调节	174
第一节 体液免疫应答的基本规律	157	第五节 神经内分泌网络调节	178

第四部分 临床免疫学

第十四章 免疫缺陷病	185	第三节 自身反应性 T 细胞与自身免疫病	234
第一节 原发性免疫缺陷病	185	第四节 自身抗原特异性淋巴细胞活化的机制	235
第二节 获得性免疫缺陷病	193	第五节 自身免疫应答造成病理损伤的机制	237
第三节 免疫缺陷病的临床治疗原则	197	第六节 遗传、环境与自身免疫病	238
第十五章 超敏反应	199	第七节 常见自身免疫病举例	239
第一节 I 型超敏反应	200	第八节 自身免疫病的治疗原则	241
第二节 II 型超敏反应	206	第十八章 移植免疫	244
第三节 III 型超敏反应	208	第一节 组织与器官移植的一般规律	245
第四节 细胞介导的 IV 型超敏反应	211	第二节 移植排斥反应	246
第五节 各型超敏反应比较及其相互关系	213	第三节 移植排斥反应的机制	249
第十六章 抗感染免疫	216	第四节 移植排斥反应的预防	251
第一节 病毒感染与免疫	218	第五节 异种移植	253
第二节 细菌感染与免疫	221	第十九章 肿瘤免疫	255
第三节 真菌感染与免疫	225	第一节 肿瘤发生的基本原理	255
第四节 寄生虫感染与免疫	226	第二节 肿瘤抗原	257
第五节 抗感染免疫中的病理损伤	230	第三节 肿瘤细胞的免疫原性	258
第十七章 自身免疫病	232	第四节 抗肿瘤免疫效应机制	258
第一节 自身免疫与自身免疫病的一般特点	233	第五节 肿瘤细胞免疫逃逸的机制	259
第二节 自身抗体与自身免疫病	234	第六节 肿瘤的免疫治疗	260

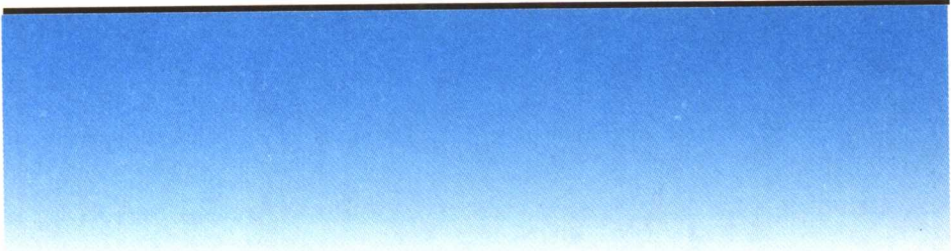
第五部分 免疫相关技术与应用

第二十章 免疫学技术	267	第八节 酶联免疫斑点	275
第一节 抗原-抗体反应	268	第九节 细胞因子的检测	275
第二节 免疫标记技术	270	第二十一章 疫苗的免疫接种	278
第三节 免疫细胞的分离	271	第一节 疫苗的基本原理	278
第四节 流式细胞术对淋巴细胞亚群分析	272	第二节 疫苗的种类与应用	280
第五节 补体活性的测定	273	第三节 新型疫苗的研究进展	284
第六节 HLA 分型鉴定	274	第二十二章 单克隆抗体技术	288
第七节 T 细胞功能的测定	274	第一节 单克隆抗体技术原理	288

第二节 单克隆抗体在医学上的应用	292	第四节 单链抗体	296
第三节 人源化抗体技术	294	第五节 基因工程抗体	298
附录 我国已经批准上市的细胞因子	302		
主要参考书目	304		

第一部分

免疫系统概况与固有免疫



第一章 绪论

Chapter 1 Introduction

第一节 瘟疫与免疫(Plagues and Immunity)

第二节 免疫学发展简史(A brief History of Immunology)

- 一、经验免疫学时期(Period before the foundation of immunology)
- 二、免疫学科的初创时期(Foundation of Immunology)
- 三、现代免疫学及其发展(Current Immunology and Its Development)

第三节 免疫系统概要(Sketches of the Immune System)

- 一、固有免疫系统(Innate Immune System)
- 二、适应性免疫系统(Adaptive Immune System)
- 三、免疫器官(Immune Organs)
- 四、免疫记忆(Immunological Memory)
- 五、免疫遗传学(Immunogenetics)

第四节 免疫相关疾病(Immunopathology)

免疫系统(immune system)对于机体健康的重要性也许不像其他生理系统(如神经系统和心血管系统)那样一目了然,因为免疫系统所要应对的主要“敌人”是看不见、摸不着的微生物(microorganism)。除此之外,免疫系统是一个弥散系统,大大小小的免疫器官(如淋巴结)遍布机体的不同部位,它们之间通过血液循环和免疫循环系统相连。单从解剖学的角度很难认识到这样一个系统的生理重要性。在100多年以前,淋巴网络被误认为是血液循环系统的一部分,血液中的白细胞曾被当作红细胞生成过程中所产生的“垃圾细胞”。人们甚至认为分布于身体不同部位的诸多淋巴结(lymph nodes)是已经退化的器官,多一个少一个似乎无所谓。体内最大的免疫器官脾脏被摘除之后对人体健康似乎没有多少影响。胸腺是最为重要的免疫器官之一,70岁以上的老年人的胸腺已经没有任何功能,健康快乐的耄耋长者比比皆是。免疫系统对人体真的很重要吗?免疫学值得去花很多时间学习吗?

毫无疑问这两个问题的答案是肯定的。只有从功能的角度来分析才能认识这样一个弥散分布的系统,才能理解和欣赏它的神奇、完美和重要性。如果将人的机体比作一个国家,免疫系统就是这个国家抵御病原体侵袭的军队。免疫系统功能缺陷会导致反复发生、难以控制的感染性疾病(infectious disease),甚至使患者短时间内丧命。免疫学(immunology)是以免疫系统的组成以及功能为主要研究对象的学科,是生物医学的一个分支学科,是医学院校的必修课。免疫学基本知识是处理各种感染性疾病和传染病(communicable disease)的必需条件。免疫学科建立至今的100多年里有22位学者14次因为免疫学基本理论或相关应用研究获得诺贝尔医学和生理学奖。

第一节 瘟疫与免疫

在地球上出现植物和动物之前,这里就是微生物,包括细菌、真菌、病毒和螺旋体等的世界。无论今天还是未来,这个星球仍将是微生物和我们的共同家园。虽然大多数微生物与人类和其他动物能够和平共处、相互依存,但有些微生物却能威胁我们的健康(图1-1)。对它们来说,人和动物的机体是营养丰富



图1-1 机体防御系统及其所面临的病原体

我们周围的环境中有各种各样的病原体,无时无刻不在威胁着我们的身体健康。体表(皮肤和上皮层)是防止病原体侵袭的第一道防线。当病原体进入机体内部后将面临固有和适应性免疫系统的攻击

的“美味佳肴”,只要有它们就会在宿主体内繁衍、增殖并且寄生。有些微生物或者寄生虫感染机体后会引起宿主的病变,影响其身体健康,甚至危及其生命,即感染性疾病(infectious disease)。这些不“友好”的寄生物被统称为病原体(pathogen)。对于一个群体来说,病原体所引起的感染性疾病也许不那么可怕,可怕的是有传染性的感染性疾病(communicable disease)。传染病可在人群中传播并造成流行,甚至成为严重危害人类健康的烈性传染病或瘟疫(plague)。在人类和其他动物进化的漫长过程中,他们要面对自然环境中各种各样微生物的侵犯。

虽然瘟疫的横行夺去了无数人的生命,但是每场瘟疫之后总有人顽强地生存下来,并且由此获得了更强的免疫力。汉语中“疫”指瘟疫或疫病。“免疫”的字面意思为“免除疫病”或者“抵抗疫病”。与之相对应的英文单词“immunity”来自拉丁语 *immunis* (免除),亦指机体对传染病的抵抗力。

任何动物机体都必须具有抵御微生物侵袭的能力,否则它们就不可能在这个世界上生存和繁衍。动物体内专门承担抵御微生物侵袭的系统即免疫系统,这一系统是大自然赋予人类享受健康生活的“护身符”。免疫系统能够在机体任何一个组织部位受到病原体侵袭时做出适当的应答(response),使进入机体的微生物丧失繁殖的能力并将其清除。如今人们对免疫应答的机制有了较为深刻的认识,免疫学研究使我们能够对这一永恒持久的“战争”进行客观的观察、科学的解释,并且有效地进行干预。

第二节 免疫学发展简史

免疫学的发展经历了经验免疫学时期、学科初创时期和现代免疫学三个时期。在这个过程中人们对免疫系统的认识逐步加深,由200多年前凭经验预防疫病的经验免疫学时期过渡到对免疫系统开始科学系统地描述的初创时期,直至形成了现代免疫学。现代免疫学与多个生物医学学科(如分子生物学、遗传

学和细胞生物学)相互交叉、渗透,其进步推动了医学生物学的发展。

一、经验免疫学时期

我们中国人的祖先早在 1 000 多年以前就总结出了经历某种疫病的人会获得免疫力的规律。虽然古代中国人对机体抵御疫病能力的认识是非系统、朦胧的,但是逐渐地能够凭验方对一些疫病进行预防。例如,在距今 440 余年前的宋朝就知道利用人痘苗预防天花。这一方法被传到土耳其进而由 Mary Montagu 夫人传到欧洲,在牛痘苗出现之前对天花的预防发挥了一定的作用。

18 世纪(1789 年)英国医生 Edward Jenner(图 1-2)从挤奶女工被牛痘感染后不会感染天花的现象中得到启发,将取自挤奶女工牛痘茄制成疫苗给试验者接种,然后用足以造成感染剂量的人痘浓物进行攻击感染,证明受试者由此获得了抵御天花的免疫力。与人痘苗相比,牛痘苗更安全、有效,更容易制备。Jenner 的贡献不仅在于对牛痘苗能够预防天花这一现象的描述、总结和记录,更重要的是他通过科学实验的方法对这一假说做了检验并证明其行之有效。这项关于牛痘苗接种预防天花的研究最终得到了英国皇家科学院的奖赏。



图 1-2 Jenner 为儿童接种牛痘苗

二、免疫学科的初创时期

免疫学科的建立有赖于显微镜的发明以及人们对病原微生物的认识。法国科学家巴斯德(Luis Pasteur)于 1865 年以实验证明了微生物与传染病的关系,建立了微生物致病学说。1879 年发明了世界上牛痘苗以外的第二种疫苗——鸡瘟疫苗。这也是第一种用致病病原体本身(霍乱杆菌)而不是用一种类似病菌制备的菌苗。1890 年,德国学者 Emil von Behring 制备了抗血清,并将之用于细菌性疾病如白喉等。他也因为这一贡献获得 1901 年颁发的诺贝尔生理和医学奖。

1885 年俄国生物学家 Ali Metchnikoff 于无脊椎动物体内发现体积较大、具有变形运动和吞噬能力的细胞,称之为巨大吞噬细胞(macro-phagocytes),后来证实哺乳动物体内也有类似的大吞噬细胞,即巨噬细胞(macrophage)。

德国化学家 Paul Ehrlich 于 1900 年用植物毒素免疫小鼠后得到的血清具有中和植物毒素的作用,称之为抗毒素(antitoxin)。后来证明抗毒素即抗体(antibody)。Paul Ehrlich 据此提出机体的免疫系统以体液免疫(humoral immunity)为主,免疫应答作用主要由体液(抗体)而不是细胞介导,并提出著名的侧链学说来解释抗体产生的基本原理。于 1908 年与 Metchnikoff 分享诺贝尔医学和生理学奖。

三、现代免疫学及其发展

20 世纪 30 年代开展了免疫遗传学的研究及补体学的研究。1957 年以后,细胞免疫学兴起。免疫学家们揭示了针对抗原的特异性(获得性)免疫应答是 T 和 B 淋巴细胞对抗原刺激所进行主动应答的结果。理解了获得性细胞免疫应答与体液免疫应答的不同效应机制以及两者之间的协同作用。1977 年后开始的分子免疫学时代,得以从基因活化的分子水平,理解抗原刺激与淋巴细胞应答之间的内在联系。

在后基因组时代的今天,我们对免疫系统的认识和理解要深入得多。有了很多理论来解释免疫学现