

JIAN KANG MIAN YI XUE

健康免疫学

主编 王月丹 白惠卿

北京大学医学出版社

JIAN KANG MIAN YI XUE

健康免疫学

主编 王丹群 副主编



健康免疫学

主 编	编 者	王月丹	白惠卿	
		王月丹	白惠卿	徐 兰
		朱蕴兰	张秀春	杜桂书
		贺 琼	杨荣秉	孟佳子
		黄 鹤	李 爽	邓路瑶
		初 明	徐 赫	

北京大学医学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

健康免疫学/王月丹, 白惠卿主编. —北京:
北京大学医学出版社, 2009

ISBN 978-7-81116-776-4

I. 健… II. ①王…②白… III. 免疫学—基本知识
IV. R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 026162 号

健康免疫学

主 编: 王月丹 白惠卿

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 王智敏 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 6.75 字数: 190 千字

版 次: 2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷 印数: 1—2000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-776-4

定 价: 18.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

本书由
北京大学医学部科学出版基金
资助出版

前 言

免疫或免疫力的概念可能是我们在生活中最可能遇到的医学名词了，且不说在医院看病时，医生经常提到免疫与疾病的关系，在日常生活中也是百姓经常谈论的抗病和防病方法的主要内容。免疫是生物在长期进化过程中，形成的针对病原体或异物的抵抗能力，可以保护生物体不被病原体感染，并且具有稳定内环境和监视突变细胞的作用。正是因为有了免疫力，人体才具有抵抗各种疾病的能力，不仅可以通过免疫系统的功能清除病原体，恢复机体的健康，而且可以帮助一些药物发挥作用，达到治疗的目的。如果人类缺乏免疫力，将很难在自然界生存，这已经被原发性免疫缺陷病和艾滋病患者的症状所证实了。免疫是机体对抗疾病最重要的内在机制，与多种疾病的发生发展具有内在的联系。在人体的成长和衰老过程中，随着免疫力的变化，对于各种疾病的敏感程度也在不断的变化过程中，所以，关心和维护自己的免疫力是每一个追求健康的人的必然选择。

中国自古就是一个重视医学的文明古国，现在医学界公认免疫学起源于中国。我国古代医师在医治天花的长期临床实践中，发现并在《伤寒论》记录下了康复后的天花患者及护理者，或穿过沾染患者痘痂的衣服的人可以终身对天花免疫。在这个基础上，古代中医大胆创造了将天花痂粉吹入易感者鼻孔的方法来预防天花，这就是人痘——世界上最早的疫苗，是减毒疫苗的始祖。据考证，人痘疫苗至少在唐代开元年间（公元713—741年）就已出现了，至10世纪时已在民间广为流传，并逐渐传播到朝鲜、日本和中东等地区。中国的传统医学是现代免疫学的直接源头之一，中医的发展和实践为现代免疫学的产生和发展积累了大量的实践经验，但是由于当时免疫学技术水平低下以及中医的内敛特性，长期以来其在现代医学发展中的作用一直被人们所忽视，希望本书能为对免疫学做出过重大贡献的中国古代中医们在免疫学发展的历史中留下他们应该

有的记录。

目前，免疫学的研究逐渐走向了深入，大多数免疫学家关注的焦点更加集中于免疫学本身的发展规律，免疫学的研究越来越基础，越来越抽象，于是很多人感到免疫知识越来越难获得和理解了。因此，很多人对于免疫学的知识存在曲解和误读，在工作和生活中有意或无意地损害了自己的免疫系统及其功能，从而严重地影响和干扰了自己的健康。健康免疫学的根本任务，就是回归免疫学“免除人类疾病”的本义，回归生活，回归实际，回归普通民众，成为普及免疫学知识的手段，为人类的健康生活服务。我们编写本书的目的是通过普及概念和实际举例，为非医疗卫生专业的读者学习和掌握免疫学的基本知识提供帮助，使其掌握基本的免疫学概念和原则，认识免疫学与维护健康之间的内在联系和一般规律，为广大公众提供必要的免疫学知识，并回答一些常见的问题，例如避孕套究竟可以使性接触中艾滋病传播的机会下降多少等等。而在本书中，我们也编入了一些实用性的免疫知识，如“宠物、汽车、住宅和手机与免疫”、“有害免疫物质的检测”和“用药免疫安全小常识”等等，并通过实际事例进行了免疫与健康关系的分析。读者可以通过阅读本书，进行一次免疫学科普知识的学习，从而在生活中正确理解免疫学相关的知识和现象，避免因缺乏免疫学知识造成对自身和家人健康的损伤，在此基础上，正确和恰当地利用免疫学手段预防疾病和维护身体的健康免疫状态，保证学习、工作和生活的顺利进行。

在本书即将出版之时，我的同事和老领导陈慰峰院士因病去世，在此也谨以此书向陈院士表达崇高的敬意。

最后，感谢北京大学医学出版社编辑老师的辛勤工作，以及北京大学医学出版社出版基金和北京市科技新星计划对本书编写与出版工作的资助。

王月丹

于北京学院路 38 号

目 录

第一部分 免疫学基础知识

第一章 健康免疫学概论与免疫学的历史	3
第二章 免疫系统的组成	22
第一节 免疫组织和免疫器官	22
第二节 免疫细胞	24
第三节 免疫分子	25
第三章 免疫系统的功能	38
第一节 固有免疫	38
第二节 适应性免疫	41
第三节 免疫记忆	44
第四节 免疫调节	45

第二部分 免疫学与疾病

第四章 免疫缺陷病与免疫抑制	49
第一节 原发性免疫缺陷病	49
第二节 获得性免疫缺陷病	52
第三节 免疫抑制状态	69
第五章 自身免疫病与超敏反应	73
第一节 自身免疫病	73
第二节 超敏反应	76
第六章 炎症与疾病	83
第一节 炎症及其发生机制	83
第二节 炎症相关疾病	86

第三部分 免疫学与健康

第七章 疫苗与疾病预防	101
第一节 疫苗概述	101

第二节	疫苗及其预防疾病的原理·····	108
第三节	疫苗的效果及其应用的现状·····	117
第四节	疫苗的正确使用·····	122
第八章	疾病的免疫治疗·····	128
第一节	免疫相关疾病的免疫治疗·····	128
第二节	恶性肿瘤的免疫治疗·····	133
第三节	其他疾病过程中的免疫干预与治疗·····	138
第四节	中医治疗与免疫·····	143
第五节	免疫学与其他现代医学学科的融合·····	146
第九章	免疫功能的衰老与维护·····	150
第一节	免疫系统的发育与衰老过程·····	150
第二节	免疫系统功能的维护和抗衰老·····	155
第十章	健康安全与免疫·····	169
第一节	环境安全与免疫·····	169
第二节	用药安全与免疫·····	174
第三节	生活与免疫·····	176
第十一章	免疫学研究方法概述·····	189
第一节	免疫学研究的设计·····	189
第二节	生活免疫学研究示例·····	190
参考文献	·····	204

第一部分

免疫学基础知识

第一章 健康免疫学概论与免疫学的历史

免疫系统 (immune system) 是人体重要的防御系统, 可以保护人体免受外界病原体的侵害。免疫系统是一个有机的整体, 其中免疫器官和组织就像机体的防御工事, 免疫细胞就像机体的防御军队, 而免疫分子就像是防御时使用的各种武器, 从而保证机体在每一场防御病原体的“战争”中都能取得胜利。人们认识免疫系统及其功能通常是通过认识其抵抗传染病的能力, 即免疫力 (immunity), 而“免疫”一词最初正是来源于拉丁语“免除疫病”的词根。其实, 早在数千年以前, 人类就认识到了机体的免疫力可以保护机体不受传染病的侵袭, 我国著名的医学著作《伤寒论》中就记载了天花感染后的人体可以对天花具有终身的免疫力, 从而不会再次感染天花。这个原理至今我们仍然在使用, 例如, 我们可以通过接种乙肝疫苗, 激发机体对乙肝病毒产生特异性的免疫力, 达到保护机体不被乙肝病毒感染的目的。

一、免疫学概论

免疫学 (immunology) 是一门研究机体免疫系统组成及其功能的科学, 免疫系统是指机体内执行免疫功能的所有成分的总称, 由免疫器官、免疫细胞和免疫分子共同组成。免疫系统的基本功能就是识别入侵机体的病原体或异物, 将其清除, 以保护机体和稳定内环境。免疫应答是免疫系统执行功能的基本方式。免疫力则是机体的这些免疫成分 (包括免疫细胞和免疫分子等) 识别与清除抗原能力以及抵抗疾病能力的总和。人体的免疫力包括固有免疫力和适应性免疫力两个方面, 一般只与机体分配给免疫系统的营养资源有关, 是由遗传基因决定的。通常情况下, 人体具备很大的免疫力的储备, 并且可以根据外界环境的需要, 调节机体的免疫应答状态, 从而实现免疫力协调适当地发挥, 保证机体内环境的和谐与稳定。目前, 人们可以通过疫苗接种等方式, 调节针对特定免疫对象所分

配的免疫资源（特别是适应性免疫力），从而达到预防特定传染性疾病的目的。当免疫系统由于各种原因，发生调节障碍或者平衡失调时，则会出现免疫功能状态的异常，造成机体组织的损伤或功能紊乱，并引起机体免疫力（免疫成分）的消耗，从而进入免疫病理状态。

尽管，最简单的多细胞动物——腔肠动物就拥有原始的吞噬细胞组成的免疫系统并具有原始的免疫力，但是，人们真正认识到免疫的现象则是在对抗各种传染性疾病的过程中发现的。在相当长的一段时间里，人们对各种传染病的流行束手无策，这些传染病成为威胁人类健康和生命的致命杀手。在当时，每次瘟疫的流行，人们便惶惶不安，认为这是上帝对人类的惩罚。例如，当时欧亚大陆的鼠疫流行，往往使城市和乡村横尸遍野，能侥幸活下来的人不过十分之一二，所以人们恐惧地称鼠疫为“黑色瘟疫”。但是，人们当时对这种疾病的流行毫无办法，只能背井离乡，躲避疾病，而各国政府为了阻止疾病的流行，只能采取严格隔离和驱赶病人，甚至活埋或烧死病人等极端的手段。但是，即便如此，各种传染病仍然在不断地夺取人们的生命。据报道，英格兰女王安妮，一生共生下17个小孩，其中16个因传染病在婴儿期便夭折了，剩下的一个孩子也仅仅活了12岁就染病身亡了。由于这个原因，欧洲的许多王室都因为缺乏继承人而消失了。

在与传染病的斗争中，人们也在不断地观察和总结着各种传染病发生的规律，并寻找着相应的对策。我国人民很早就发现天花的幸存者可以终身对天花免疫，不再发病，于是发明了人痘疫苗，这是对免疫现象的最早认识。现存的文献和文物证实，最晚在宋代，我国就已经比较广泛地使用了人痘疫苗。1798年，英国医生E. Jenner在进行流行病学调查的基础上，发现使用与天花病毒类似的牛痘疫苗进行接种，可以在保证人体安全的情况下，预防天花的发生。牛痘疫苗的发明标志着现代免疫学的建立和大规模应用免疫学的开始。此后，法国科学家路易·巴斯德等先后发明了狂犬病、霍乱及伤寒等多种疫苗，疫苗接种成为控制传染病流行最经济和最

有效的方法。由于疫苗的广泛使用,人类获得了主动战胜各种传染病的有力武器,在与病原体的斗争中取得了优势,使多种传染病的发病率大大降低,甚至被消灭。目前,免疫学研究已经远远超出疫苗和抗感染研究的范畴,疫苗的研制及其预防接种依然是现代免疫学发展水平的重要标志之一。

随着现代科学技术的快速发展和各个学科交叉与融合,免疫学迅速发展成为一门独立的学科;同时,免疫学研究的每一个进展,都促进了其他学科的发展和医学临床实践的进步,成为人类认识和战胜疾病的有效工具,是维护人类健康的重要保证。20 世纪初, Landsteiner 发现人红细胞的 ABO 血型系统,建立了血型鉴定的血清学方法和同型输血的用血原则,解决了困扰人们多年的输血反应问题,为外科手术的发展和急救医学的进步奠定了基础。1975 年, Köhler 和 Milstein 发明了单克隆抗体技术,使人们可以对每种抗原分子进行独立的特异性鉴别,从而鉴定出细胞表面不同的蛋白分子,将人们对免疫系统的成分及机体内的其他生物大分子的认识推动到了特异性分子研究水平,而以这种抗原/抗体反应为基础的检测技术手段也从凝集反应、扩散反应以及免疫电泳等定性或半定量的血清学研究技术发展到了以 Western Blot 和 ELISA 技术为代表的定量分子免疫学分析技术阶段。20 世纪中叶, Owen、Medawar 和 Burnet 通过对动物胚胎发育期或新生期接触抗原导致免疫耐受现象的观察以及在免疫遗传学的基础上,建立了免疫细胞的克隆选择学说,揭示了免疫系统识别外来抗原进行免疫应答和对自身抗原产生耐受现象的本质。在此基础上,免疫学家发现了 T 细胞和 B 细胞抗原识别受体基因在体细胞中的重排现象及其规律,大大推动了现代生物化学和分子生物学的发展,并使遗传学的发展由此突破了孟德尔理论的束缚,奠定了环境遗传学与环境基因组学的理论基础。

现代免疫学是在医学实践的基础上建立起来的,其建立的标志就是牛痘疫苗的发明和应用。而现代免疫学在临床中的实践已经远远突破了疫苗和感染性疾病防治的研究领域。随着对免疫系统的组

成和功能认识的不断深入,免疫学理论和技术在临床上的应用范围也在不断地扩展着。首先,抗原/抗体反应自从被发现以后,就被广泛地用于各种疾病的诊断过程中,从伤寒、病毒性肝炎等感染性疾病到胃癌、肝癌等恶性肿瘤,甚至早孕的诊断中均运用了这个原理。同时,人们还认识到免疫系统本身也可以受到疾病过程的影响或者自身存在着障碍,产生功能的紊乱,导致疾病的发生。早在20世纪初,人们就发现应用动物来源的抗体进行临床治疗时,可引起患者发生血清病,这是一种超敏反应性疾病,严重者可致休克,导致患者的死亡。后来发现,多种物质(如花粉和一些食品及药品)均可能导致人类出现不适宜的超敏反应,引起机体的组织损伤或器官功能障碍。同时,人们还发现在正常情况下,免疫系统对自身抗原产生免疫耐受,而在感染或炎症等特殊条件下,免疫系统会对自身抗原发生病理性免疫应答,导致自身免疫性疾病的发生。免疫系统本身或者免疫细胞的发育过程如果受到各种因素的干扰也可能导致其功能发生缺陷和障碍,例如原发性胸腺发育不全可导致T细胞功能缺陷,引起重症联合免疫缺陷,患者将由于反复的病原微生物感染而很难生存到成年。1980年,人类免疫缺陷病毒(HIV)的发现,使人们对继发性的免疫缺陷有了比较深入的认识,也证实了免疫系统功能的完整对人体抵抗病原体感染和清除恶性肿瘤细胞的过程具有极其重要的和不可替代的生物学意义。免疫学的进步不仅推动了对疾病认识过程的不断深入,而且也加速了疾病治疗手段的发展和应用过程。随着对免疫耐受和移植排斥反应机制的本质的认识,器官移植技术发展迅速,肾移植、肝移植、心脏移植和骨髓及干细胞移植等均取得了成功,使脏器衰竭的治疗迈上了新的台阶。同时,由于疫苗的广泛应用和不断地发展,感染性疾病已经不再是人类健康的首要敌人,而心脑血管病、恶性肿瘤和糖尿病等慢性疾病成为人类健康的新威胁。人们在这些疾病的发生与发展过程中,均已发现了免疫学的病因及其机制,并在此基础上,不断采取免疫学手段(如肿瘤的免疫治疗等)与这些疾病进行着斗争。20世纪末和21世纪初,以人类基因组计划为代表的现代生物技术

与信息革命技术相结合的大型研究计划，大大推动了免疫学的前进步伐，以此为基础的免疫基因组学和免疫信息学研究已经在某些方面（如对疾病的遗传学研究和疫苗的预测研究等方面）逐渐取代了传统的实验室研究，极大地提高了免疫学研究的效率和研究的精度，加快了免疫学从经验科学和实验科学向理论科学和计算科学发展的进程。

因此，免疫学已经成为了生物医学乃至整个科学体系发展进步的最重要的推动力和科学进步的标志。从 1901 年贝林因为发现抗体获得第一届诺贝尔生理学或医学奖开始，在以后的一百年里，共有 36 位免疫学家获得了诺贝尔奖，成为获得该奖励最多的生物医学学科，这从一个侧面，说明了免疫学对于现代科学发展的重要价值。不仅如此，我国的传统医学也早就发现了免疫系统功能与疾病发生的内在联系，建立了以“扶正祛邪”为主要内容的朴素的免疫学治疗与预防理论。近年来，对中医药治疗作用机制的研究也多集中在调节免疫系统功能方面。

随着免疫学理论与方法应用范围的不断扩大，人们对于免疫系统和免疫力的重视程度不断提高，现代人对健康的渴望与要求不断增加，免疫学的发展也面临着巨大的挑战与压力。正如前面所提到的，免疫学的建立是临床实践的结果，是建立在观察基础上的一门以实验为基础的基础医学学科，在其产生的过程中，融合了微生物学、化学、物理学、生物化学以及遗传学等许多学科的观点和思路。但是，该门科学成型和发展的历史却只有短短的一百多年，至今在许多学校中免疫学还没有从其他学科（如病理生理学、病理学或微生物学）中分离出来，成为一门独立的科学进行教学。这种学术来源的多元化使得免疫学成为目前思维最开放、讨论最激烈以及思维最活跃的科学之一，大大丰富了免疫学的研究内容，促进了免疫学的迅速发展；但是，另一方面，机体免疫系统的复杂性远远超过了人们的想象和目前科学研究发展的技术水平，人们对免疫学的认识还存在着片面性和局限性，在了解和应用免疫学知识时，我们应该进行多方位和全面的考虑，不能过度盲从和迷信，不过这也为

我们进行更深入的免疫学研究提供了广阔的发展空间。

二、免疫学的历史与代表事件

免疫学是一门以实验为基础的生物医学科学，是在人类与疾病的斗争中，逐步认识人体抵抗病原体的机制与规律中产生和发展起来的。现在，随着科学的发展，免疫学已经走出了抗感染免疫的局限，成为人类认识疾病和战胜疾病的有力武器。不仅如此，免疫学技术也被用于化学、生物学以及军事技术等许多领域中，免疫学的发现还推动了其他科学（如分子生物学和生物化学等）的建立和发展。免疫学的研究，始终是以实践观察和实验研究作为基础开展的，有过很多的假说和推测，然而这些假说和推测必须经过实践的检验，并且在实践中被不断地修正。由于免疫和免疫现象是十分复杂的，结果也往往会受到各种因素的影响，在观察与实验中，研究者也会产生片面的认识。在免疫学的研究中没有永恒正确的理论，而只有特定的现象和机制，有永无止境的讨论和研究。为了了解免疫学的研究特点，每一位准备学习免疫学的人，都应该首先了解免疫学的历史，真正体会免疫学的开放与包容。

免疫学是在古代人们与疾病流行作斗争中，逐渐积累起来并产生的。在古代，传染病常常大规模地发生，且危害极大，最早的免疫学则是在对传染病的认识中产生的。中国古代殷墟甲骨文（距今三千多年前）已有“虫”、“蛊”、“疟疾”及灭虫的记载。在两千三百余年前，中国的《史记》已用“疫”、“大疫”表示传染病的流行。当时西方的 Hippocrates 用“流行病”表示疾病流行。这些也许可以认为是传染病的“萌芽”。从《史记》（公元前 369 年）起到明朝末年（1647 年），仅中国的正史即记载有 95 次瘟疫大流行，其中 238 年有流行或大流行。据记载，西方也有多次影响重大的大流行，如公元前 4 世纪的 Thucydides 瘟疫和波斯鼠疫；14 世纪时，埃及鼠疫流行使该国 1/4 人口死亡。在与疾病斗争的过程中，人们注意到病原体是引起疾病流行的原因。中国古代认为“虫”（如认为肺结核是“痨虫”引起，疥是疥虫引起的）、“戾气”、“疔