



面向 21 世 纪 课 程 教 材

Textbook Series for 21st Century

医学免疫学基础

Essential Immunology
for Medical Students

高晓明 编著

北京医科大学出版社

面向 21 世纪 课程教材
Text Book Series for 21st Century

医学免疫学基础

Essential Immunology for Medical Students

编 著 高晓明



北京医科大学出版社
Beijing Medical University Press

YIXUE MIANYIXUE JICHU

图书在版编目 (CIP) 数据

医学免疫学基础/高晓明编著. - 北京: 北京医科大学出版社, 2001.5

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-81071-154-7

I. 医… II. 高… III. 医药学: 免疫学 - 医学院校 - 教材 VI. R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 23929 号

北京医科大学出版社出版发行

(100083 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内)

责任编辑: 赵 蔚

责任校对: 何 力

责任印制: 张京生

山东省莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司印刷 新华书店经销

* * *

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 19.75 插页: 4 字数: 502 千字

2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷 印数: 1 - 5000 册

定价: 33.00 元

版权所有 不得翻印

本书由

北京大学医学部科学出版基金

华夏英才出版基金

资助出版

序

免疫学是生命科学及医学领域中的前沿科学，它与细胞生物学、分子生物学、分子遗传学以及生物化学等相互渗透、互相推动、发展迅猛，近20年来取得了一系列突破性成果。自1901年至今共有13位免疫学家6次获得诺贝尔医学和生理学奖。一个迅猛发展的学科固然有其激动人心的一面，也有其头绪繁多、不容易理解和掌握的特点，对该学科的教科书也提出了更高的要求。

自从回国工作以来我一直想用中文写一本介绍医学免疫学的书，当然要彩色的、要图文并茂的、要深入浅出通俗易懂的、要能反映现阶段国际免疫学发展水平的……这本《医学免疫学基础》就是我一年来笔耕的结果，我自知它尚未达到上面提到的各项要求，书中定会存在不少错误和纰漏。好在第一版是本书“进化过程”的开始，真切希望能够得到免疫学界的前辈和同仁们以及使用此书的同学就其内容和编写形式提出宝贵的批评意见，这些意见将成为2003年内出版第二版的动力和基础。

本书的初稿曾于2000年在北京大学7年制医疗系的“医学免疫学”教学中试用，并根据同学的反馈意见在定稿前做了修改。

书中的照片与模式图一部分来自我本人的积累，一部分来自（或者参考）西文教科书以及公开发表的文献。参考文献目录列于书后。

感谢北京医科大学出版基金和华夏英才出版基金的大力支持，感谢免疫学系龙振洲教授、殷金珠教授对初稿进行认真的阅读和校对，感谢免疫学系张岩和张玲同志分别在制图和文字处理方面所做的大量工作，更要感谢我的家人在本书写作过程中对我的支持。

高晓明

2001年7月于北京

目 录

1 绪论：免疫系统简介.....	(1)
1-1 免疫学发展简史.....	(2)
1-2 免疫系统的基本组成.....	(4)
1-3 免疫病理.....	(8)
本章小结.....	(9)
复习思考题.....	(9)
2 免疫细胞和免疫器官.....	(10)
2-1 造血干细胞的分化途径.....	(12)
2-2 粒细胞系.....	(13)
2-3 单核细胞、巨噬细胞与树突细胞.....	(15)
2-4 淋巴细胞.....	(16)
2-5 中枢免疫器官.....	(18)
2-6 外周免疫器官.....	(19)
2-7 淋巴细胞循环.....	(23)
本章小结.....	(26)
复习思考题.....	(26)
3 补体系统.....	(27)
3-1 补体系统的组成.....	(28)
3-2 补体活化的替代途径.....	(30)
3-3 补体活化的 MBP 途径.....	(31)
3-4 补体活化的经典途径.....	(32)
3-5 补体活化的终末途径.....	(34)
3-6 补体系统的调节机制.....	(35)
3-7 补体受体及补体系统的其它功能.....	(37)
本章小结.....	(41)
复习思考题.....	(41)
4 天然免疫系统.....	(42)
4-1 天然免疫系统的可溶性分子.....	(43)
4-2 肥大细胞.....	(44)
4-3 吞噬细胞.....	(44)

4-4	NK 细胞	(49)
4-5	天然免疫应答与炎症	(51)
4-6	天然免疫应答的调节	(55)
	本章小结	(57)
	复习思考题	(57)
5	抗原与获得性免疫应答	(58)
5-1	抗原	(59)
5-2	获得性免疫系统的主要特点	(66)
5-3	天然免疫系统与获得性免疫系统的相互协作	(68)
	本章小结	(70)
	复习思考题	(70)
6	主要组织相容性抗原及其基因复合体	(71)
6-1	MHC 分子的基本结构与组织分布	(72)
6-2	人 MHC 基因的结构与多态性	(74)
6-3	MHC 分子的抗原肽结合单位	(79)
6-4	蛋白质抗原的处理与递呈	(84)
	本章小结	(88)
	复习思考题	(88)
7	抗体分子、抗体基因重排及 B 细胞发育	(89)
7-1	抗体分子的多样性及其基本结构	(91)
7-2	抗体分子类别及亚类的特性	(94)
7-3	抗体分子的 Fc 受体	(98)
7-4	免疫球蛋白分子超家族	(99)
7-5	免疫球蛋白基因及其重排	(100)
7-6	B 细胞发育	(107)
	本章小结	(111)
	复习思考题	(111)
8	T 细胞受体和 T 细胞发育	(112)
8-1	T 细胞受体	(113)
8-2	TCR 基因及其重排	(115)
8-3	T 细胞发育	(117)
	本章小结	(122)
	复习思考题	(122)

9 细胞免疫应答	(123)
9-1 获得性免疫应答的基本原理	(124)
9-2 获得性免疫应答的启动	(124)
、9-3 T细胞的活化	(125)
9-4 细胞免疫应答的效应	(131)
9-5 细胞免疫应答的调节	(134)
本章小结	(137)
复习思考题	(137)
10 体液免疫应答	(138)
10-1 体液免疫应答的基本特点	(140)
10-2 抗体生成的理论	(142)
10-3 体液免疫应答的细胞学基础	(144)
10-4 抗原-抗体的结合	(147)
10-5 体液免疫应答的效应	(150)
10-6 新生儿免疫	(151)
10-7 体液免疫应答的调节	(152)
本章小结	(154)
复习思考题	(154)
11 细胞因子及其受体	(155)
11-1 细胞因子的主要特性	(157)
11-2 主要由巨噬细胞产生的细胞因子	(158)
11-3 主要由T细胞产生的细胞因子	(162)
11-4 干细胞集落刺激因子	(167)
11-5 具有趋化作用的细胞因子	(168)
11-6 I型干扰素	(170)
11-7 细胞因子网络	(171)
11-8 细胞因子与临床	(172)
本章小结	(173)
复习思考题	(173)
12 移植免疫	(174)
12-1 器官和组织移植的一般规律	(177)
12-2 移植排斥反应	(178)
、12-3 避免移植排斥反应的途径	(180)
12-4 MHC与移植排斥反应	(181)
12-5 异种移植	(183)

本章小结	(186)
复习思考题	(186)
13 超敏反应	(187)
13-1 超敏反应、过敏反应与炎症	(188)
13-2 IgE 介导的超敏反应	(188)
13-3 II 型和 III 型超敏反应	(192)
13-4 细胞介导的 IV 型超敏反应	(195)
本章小结	(198)
复习思考题	(198)
14 抗感染免疫	(199)
14-1 抗病毒免疫应答	(201)
14-2 抗细菌免疫应答	(205)
14-3 抗寄生虫免疫应答	(209)
14-4 抗感染免疫应答的记忆效应	(210)
14-5 抗感染免疫应答所造成的病理损伤	(211)
14-6 病原体逃避免疫监控的机制	(212)
本章小结	(215)
复习思考题	(215)
15 免疫缺陷性疾病	(218)
15-1 严重联合型免疫缺陷病	(220)
15-2 T 细胞免疫缺陷	(223)
15-3 B 细胞免疫缺陷	(224)
15-4 单核巨噬细胞和粒细胞免疫缺陷	(226)
15-5 获得性免疫缺陷综合征 (AIDS)	(228)
本章小结	(231)
复习思考题	(231)
16 肿瘤免疫	(232)
16-1 肿瘤发生的机制	(234)
16-2 肿瘤抗原	(237)
16-3 抗肿瘤免疫应答	(238)
16-4 肿瘤细胞的免疫逃逸机制	(240)
16-5 肿瘤的免疫治疗	(241)
本章小结	(245)
复习思考题	(245)

17 自身免疫耐受与自身免疫病	(246)
、 17-1 自身免疫耐受	(248)
17-2 自身免疫病的一般特性	(251)
、 17-3 激活自身免疫潜能细胞的机制	(252)
17-4 遗传、环境与自身免疫病	(256)
17-5 自身免疫病及其动物模型举例	(259)
17-6 自身免疫病的治疗	(263)
本章小结	(264)
复习思考题	(264)
 白细胞表面黏附分子及其配体一览表	(265)
常用免疫学名词	(267)
参考文献	(300)
彩图	(301)

CONTENTS

Forward

1 An Overview of the Immune System	(1)
1-1 A Brief History of Immunology	(2)
1-2 Basic Components of the Immune System	(4)
1-3 Immunopathology	(8)
Summary	(9)
Review Questions	(9)
2 Cells and Organs of the Immune System	(10)
2-1 Differentiation of Hematopoietic Stem Cells	(12)
2-2 Granulocytes	(13)
2-3 Monocytes, Macrophages and Dendritic Cells	(15)
2-4 Lymphocytes	(16)
2-5 Central Lymphoid Organs	(18)
2-6 Peripheral Lymphoid Organs	(19)
2-7 Lymphocyte Circulation	(23)
Summary	(26)
Review Questions	(26)
3 The Complement System	(27)
3-1 Components of the Complement System	(28)
3-2 Alternative Pathway of Complement Activation	(30)
3-3 MBP Pathway of Complement Activation	(31)
3-4 Classical Pathway of Complement Activation	(32)
3-5 Terminal Pathway of Complement Activation	(34)
3-6 Regulation of the Complement System	(35)
3-7 Complement Receptors and Other Functions of the Complement System ...	(37)
Summary	(41)
Review Questions	(41)
4 Innate Immune System	(42)

4 – 1	Soluble Factors of the Innate Immune System	(43)
4 – 2	Mast Cells	(44)
4 – 3	Phagocytes	(44)
4 – 4	Natural Killer Cells	(49)
4 – 5	Innate Immune Responses and Inflammation	(51)
4 – 6	Regulation of Innate Immune Responses	(55)
	Summary	(57)
	Review Questions	(57)
5	Antigens and Adaptive Immune Responses	(58)
5 – 1	Antigens (Ag)	(59)
5 – 2	Main Features of the Adaptive Immune System	(66)
5 – 3	Collaboration Between Innate and Adaptive Immune Systems	(68)
	Summary	(70)
	Review Questions	(70)
6	Major Histocompatibility Antigens and Their Gene Complex	(71)
6 – 1	Structure and Cellular Distribution of MHC Molecules	(72)
6 – 2	Structure and Polymorphism of Human <i>MHC</i> Genes	(74)
6 – 3	Peptide-Binding Unit of MHC Molecules	(79)
6 – 4	Processing and Presentation of Protein Antigens	(84)
	Summary	(88)
	Review Questions	(88)
7	Antibody Molecules, Their Gene Rearrangement and B Cell Development	(89)
7 – 1	Diversity and Basic Structure of Antibody Molecules	(91)
7 – 2	Properties of Antibody Classes and Subclasses	(94)
7 – 3	Fc Receptors for Antibody Molecules	(98)
7 – 4	Immunoglobulin Superfamily	(99)
7 – 5	Immunoglobulin Genes and Their Rearrangement	(100)
7 – 6	B Cell Development	(107)
	Summary	(111)
	Review Questions	(111)
8	T Cell Receptors and T Cell Development	(112)

8 – 1	T Cell Receptors	(113)
8 – 2	<i>TCR</i> Genes and Their Rearrangement	(115)
8 – 3	T Cell Development	(117)
	Summary	(122)
	Review Questions	(122)
9	Cellular Immune Responses	(123)
9 – 1	Basic Principles of Adaptive Immune Responses	(124)
9 – 2	Initiation of Adaptive Immune Responses	(124)
9 – 3	T Cell Activation	(125)
9 – 4	Effects of Cellular Immunity	(131)
9 – 5	Regulation of Cellular Immune Responses	(134)
	Summary	(137)
	Review Questions	(137)
10	Humoral Immune Responses	(138)
10 – 1	Basic Features of Humoral Responses	(140)
10 – 2	Theories of Antibody Formation	(142)
10 – 3	Cellular Basis of Humoral Responses	(144)
10 – 4	Antigen-Antibody Binding	(147)
10 – 5	Effect of Humoral Immune Responses	(150)
10 – 6	Immunity in the Newborn	(151)
10 – 7	Regulation of Humoral Immune Responses	(152)
	Summary	(154)
	Review Questions	(154)
11	Cytokines and Their Receptors	(155)
11 – 1	General Characteristics of Cytokines	(157)
11 – 2	Cytokines Mainly Produced by Macrophages	(158)
11 – 3	Cytokines Mainly Produced by T Cells	(162)
11 – 4	Stem Cell Colony Stimulating Factors	(167)
11 – 5	Chemoattractant Cytokines	(168)
11 – 6	Type I Interferon	(170)
11 – 7	Cytokine Network	(171)
11 – 8	Cytokines in the Clinic	(172)
	Summary	(173)

Review Questions	(173)
12 Transplantation Immunology	(174)
12 – 1 General Rules of Transplantation	(177)
12 – 2 Transplantation Rejection	(178)
12 – 3 Procedures to Avoid Transplantation Rejection	(180)
12 – 4 MHC and Transplantation Rejection	(181)
12 – 5 Xenotransplantation	(183)
Summary	(186)
Review Questions	(186)
13 Hypersensitivity	(187)
13 – 1 Hypersensitivity, Allergy and Inflammation	(188)
13 – 2 IgE-Mediated Hypersensitivity	(188)
13 – 3 Type II and Type III Hypersensitivity	(192)
13 – 4 Cell-Mediated Type IV Hypersensitivity	(195)
Summary	(198)
Review Questions	(198)
14 Immunity against Infection	(199)
14 – 1 Immune Responses against Viral Infection	(201)
14 – 2 Immune Responses against Bacterial Infection	(205)
14 – 3 Immune Responses against Parasitic Infection	(209)
14 – 4 Immunological Memory for Microorganism Infection	(210)
14 – 5 Immunopathology Resulting from Immune Responses to Pathogens	(211)
14 – 6 Escaping Mechanisms of Pathogenic Microorganisms	(212)
Summary	(215)
Review Questions	(215)
15 Immunodeficiency Diseases	(218)
15 – 1 Severe Combined Immunodeficiency Disease	(220)
15 – 2 Deficiency of T Lymphocytes	(223)
15 – 3 Deficiency of B Lymphocytes	(224)
15 – 4 Deficiency of Monocytes, Macrophages and Granulocytes	(226)
15 – 5 Acquired Immunodeficiency Syndrome	(228)
Summary	(231)

Review Questions	(231)
16 Tumor Immunology	(232)
16 – 1 Mechanisms of Tumor Formation	(234)
16 – 2 Tumor Antigens	(237)
16 – 3 Immune Responses against Tumors	(238)
16 – 4 Mechanisms of Tumor Escape	(240)
16 – 5 Immunotherapy of Tumors	(241)
Summary	(245)
Review Questions	(245)
17 Self Tolerance and Autoimmune Diseases	(246)
17 – 1 Self Tolerance	(248)
17 – 2 General Features of Autoimmune Diseases	(251)
17 – 3 Mechanisms of PAL Activation in Vivo	(252)
17 – 4 Inheritance, Environment and Autoimmune Diseases	(256)
17 – 5 Representative Autoimmune Diseases and Their Animal Models	(259)
17 – 6 Treatment of Autoimmune Diseases	(263)
Summary	(264)
Review Questions	(264)
Leukocyte Adhesion Molecules and Their Ligands	(265)
Vocabularies	(267)
References	(300)
Color Plates	(301)

绪论:免疫系统简介

An Overview of the Immune System

1-1 免疫学发展简史 (A Brief History of Immunology)

Edward Jenner 与牛痘苗 (Edward Jenner and the cowpox vaccine)

Paul Ehrlich 与抗体 (Paul Ehrlich and antibody)

Elie Metchnikoff 与吞噬细胞 (Elie Metchnikoff and phagocytes)

1-2 免疫系统的基本组成 (Basic Components of the Immune System)

天然免疫系统 (Innate immune system)

获得性免疫系统 (Adaptive immune system)

B 淋巴细胞与抗体分子 (B lymphocytes and antibody molecules)

T 细胞与 MHC 分子 (T lymphocytes and MHC molecules)

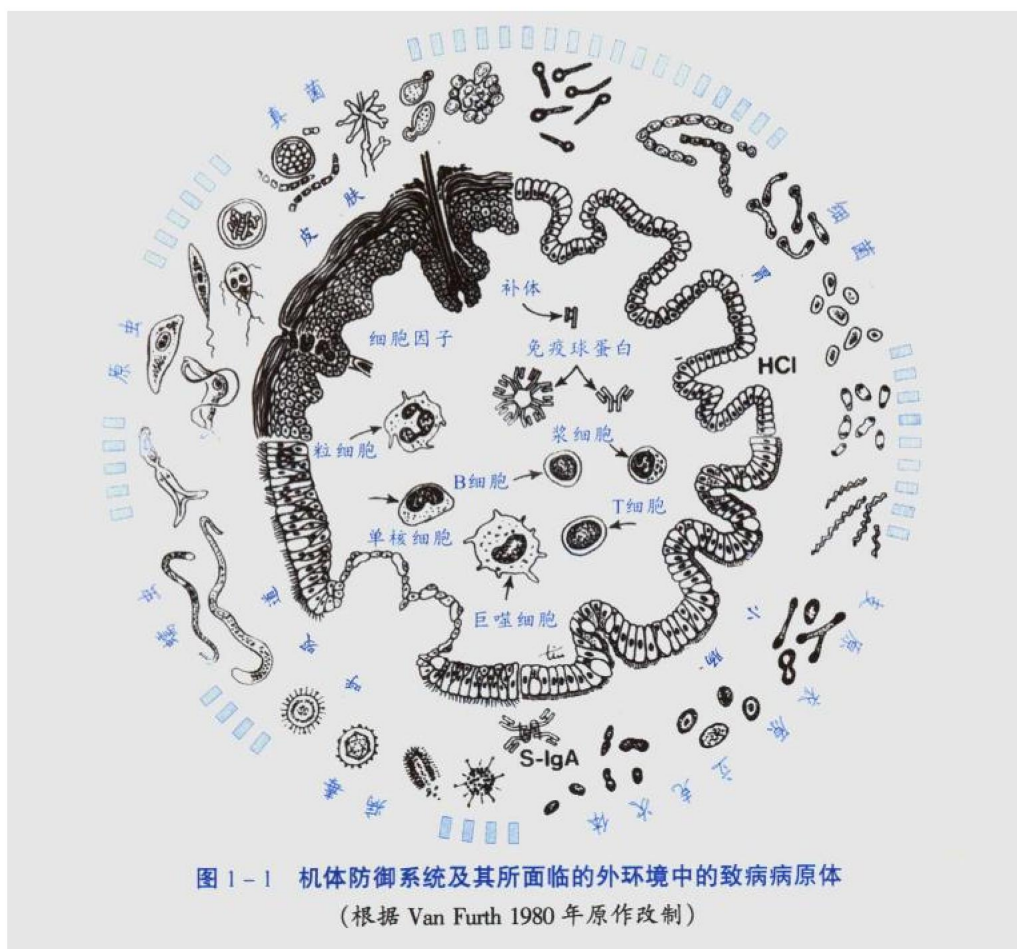
免疫记忆 (Immunological memory)

1-3 免疫病理 (Immunopathology)

本章小结 (Summary)

复习思考题 (Review Questions)

免疫学 (immunology) 是与多个生物医学学科 (如遗传学和细胞生物学) 相互交叉、渗透而又比较抽象的学科。免疫学近年来发展迅速, 不断有新的基本概念和学术用语出现。为了便于读者对免疫学的理解, 本书以循序渐进的方式安排所讲述的主要内容, 其组织结构大致如下: 第 1 章粗线条地介绍免疫系统 (immune system), 以便读者了解其全貌; 第 2 章讲述免疫细胞和免疫器官; 第 3、4 章涉及补体和天然免疫系统; 第 5 章通过与天然免疫系统的比较粗略介绍获得性免疫系统的主要特点, 是本书主干内容 (获得性免疫应答) 的铺垫; 第 6~11 章讲述以 T 和 B 淋巴细胞为主的获得性免疫系统及其应答的基本原理; 第 12~17 章讨论临床免疫学及免疫病理。为了方便读者掌握主要的英文免疫学词汇, 本书中的所有大、小标题均以中、英文对照书写, 同时尽可能在文字叙述中给出常用或者尚无统一译法的英文名词。



1-1 免疫学发展简史 A Brief History of Immunology

在人和其它动物漫长的进化过程中, 它们不仅要躲避和抵抗各种猛兽的猎食, 更要面对自然环境中各种各样的病原体 (pathogens, 包括细菌、真菌、病毒和寄生虫等) 的侵犯 [图 1-