

现代免疫学

——免疫的细胞和分子基础

刘建欣 编
郑昌学



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

免疫学发展日新月异,现已成为一门独立的前沿学科,其内容渗透到生物学和医学的各个领域。本书吸收最新研究成果,从细胞和分子水平,系统反映免疫学的基本原理和发展概况。

本书内容共四篇 20 章,第一篇免疫学导论,重点是免疫系统的细胞和组织,免疫应答的分类及其特性以及免疫应答的诱导、检测和操纵;第二篇淋巴细胞特异性和活性,阐述免疫系统的抗原识别和由此导致的免疫系统活化过程的分子机制;第三篇免疫应答的效应机制,介绍活化的免疫系统清除外来分子、细胞和微生物的效应机制;第四篇免疫防御和疾病,讨论免疫异常引起的相关疾病,侧重细胞和分子机制的探讨。

本书图文并茂,插图近 300 幅,旨在对抽象分子机理加以形象化的阐明。每章后附复习题。本书适宜生物学和医学本科生、研究生、基础和临床免疫学研究人员参考使用。

书 名: 现代免疫学——免疫的细胞和分子基础

作 者: 刘建欣 郑昌学 编

责任编辑: 刘明华

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印 刷 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 38.75 字数: 893 千字

版 次: 2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04941-6/Q·16

印 数: 0001~7000

定 价: 40.00 元

序 言

《现代免疫学——免疫的细胞和分子基础》一书,是一本供高等院校大学生和研究生使用的免疫学教科书。本书从细胞和分子水平上,系统阐述了免疫学的基本原理并介绍了免疫学各领域最新发展的概况,因此本书也可以作为从事生物学、医学科研和教学人员案头的参考书。

本书的显著特点是精简、扼要。全书有近 300 幅插图,使读者能形象具体地理解一些较抽象的机理和定义,每一章后还附有习题,供读者深入学习和自学复习之用。

本书的两位编著者是长期从事免疫学教学、研究和临床应用的学者,有较丰富的免疫学实践经验,因此也使本书具有理论联系实际的又一优点。

由于免疫学的发展日新月异,新的发现、新的方法和理论层出不穷,因此要编写一本系统的、能跟上时代的免疫学教科书是不容易的。本书编著者在繁忙的工作之余,花了多年的精力,编写了这本较系统的免疫学教科书,其精神难能可贵。我也希望读者在使用本书过程中,提出宝贵意见,使本书在再版时能更加完善。

张友会

2001. 9. 3. 于北京

前 言

近几十年来,免疫学的发展突飞猛进,使其成为生物学和医学领域中除遗传学以外最为活跃的生命学科。免疫学方法学以其特异性和灵敏性被生物化学家、分子生物学家、遗传学家和医学家所接受,并被广泛应用于生物学和医学研究的各个领域。由免疫器官、组织、细胞和免疫效应分子构成的免疫系统,是动物体最复杂的系统之一。免疫系统的结构、功能、发育、分化和遗传调控及其与神经、内分泌系统的相互关系,已成为分子生物学、发育生物学和神经生物学的重要研究对象和模型。对原发和继发性免疫缺损病、自身免疫病、过敏反应性疾病和感染与炎症的研究,将为临床病理、药理和相关疾病的诊断、治疗与预防提供重要的理论基础和可靠的方法。因此免疫学是每一个生物学系和医学院学生、研究生的必备知识,免疫学课程不仅是医学院校学生的必修课,而且也被列为大多数生物学系的必修课或限修课。

我们两位编著者一位是长期在生物系从事免疫学和生物化学教学和研究的教师,另一位是一直活跃在临床第一线的医生,我们深感需要一本系统又比较精简的免疫学教科书和参考书。它既适合于生物学系和医学院学生学习免疫学的需要,也可以作为生物学工作者和医生手边的一本参考书,为此我们整整花了5年的时间,参阅了国内外出版的多本免疫学教科书和大量近年来发表的免疫学论著,编写了这本书。

本书共分四篇20章,第一篇为免疫学导论,重点介绍免疫系统的细胞和组织、免疫应答的分类及其特性,以及免疫应答的诱导、检测和操纵;第二篇阐述免疫系统的抗原识别和由此导致的免疫系统活化过程的分子机制;第三篇介绍活化的免疫系统清除外来分子、细胞和微生物的效应机制;第四篇讨论免疫异常引起的相关疾病,侧重细胞和分子机制的探讨。为了对抽象的分子机理加以形象化的阐明和帮助人们更直观的理解相关内容,本书引入了大量的插图,为了便于读者进一步深入学习和复习所学知识,在每一章后附有相应的复习题。

虽然我们两人都已退休,但还一直天天忙碌在教学、科研和临床第一线;虽有编出一本较理想的免疫学教材的愿望,但限于本人知识和学术水平,又没有充裕的时间,疏漏和错误之处在所难免,希望广大学生和同仁提出批评、指正,我们将万分感激。

在本书编写过程中,得到清华大学出版社刘明华编审等的支持和帮助,这里向他们致以深切的感谢。

郑昌学 刘建欣

2001.9.1. 于北京

目 录

序言	I
前言	II

第一篇 免疫学导论

第 1 章 免疫应答的一般特性	2
1.1 先天性和获得性免疫	2
1.1.1 先天性免疫	2
1.1.2 获得性免疫	4
1.1.3 特异性和非特异性免疫的关系	4
1.2 特异性免疫类型	6
1.2.1 体液免疫	6
1.2.2 细胞免疫	6
1.3 免疫应答的基本特征	7
1.3.1 特异性	7
1.3.2 多样性	7
1.3.3 记忆	7
1.3.4 自身调节	8
1.3.5 识别自己和非己	8
1.4 免疫应答分期	9
1.4.1 识别期	9
1.4.2 活化期	9
1.4.3 效应期	10
1.5 特异性免疫应答和克隆选择学说	10
小结	12
复习题	13
第 2 章 免疫应答的诱导、检测和操纵	14
2.1 抗原的概念	14
2.1.1 免疫原性条件	14
2.1.2 半抗原	15
2.1.3 抗原性	15

2.1.4	免疫佐剂	16
2.2	抗原种类	17
2.2.1	多糖	17
2.2.2	脂类	17
2.2.3	核酸	17
2.2.4	蛋白质	17
2.3	抗原-抗体反应	18
2.3.1	抗原与抗体的初次结合	19
2.3.2	抗原与抗体的二次反应	21
2.3.3	影响血清学反应的因素	27
2.4	免疫测定	28
2.4.1	放射免疫测定	28
2.4.2	固相免疫测定	30
2.4.3	免疫荧光技术	30
2.5	免疫吸收和免疫吸附	31
2.6	单克隆抗体	32
2.7	淋巴细胞的研究	34
2.7.1	淋巴细胞的分离	34
2.7.2	用抗细胞表面分子单抗纯化淋巴细胞群	35
2.7.3	多克隆丝裂原或特异性抗原刺激淋巴细胞生长	37
2.7.4	T 细胞效应功能的测定	38
2.7.5	同源 T 细胞的获得	40
2.7.6	有限稀释检测抗原特异性淋巴细胞的出现率	42
2.8	体内免疫应答分析	43
2.8.1	用感染性病原体攻击检测保护性免疫	43
2.8.2	免疫可通过抗体或淋巴细胞转移	43
2.8.3	对抗原的局部皮肤应答指示主动免疫的存在	44
2.8.4	人体内免疫应答和免疫活性的估价	44
2.9	免疫系统的操纵	45
2.9.1	照射杀伤淋巴细胞容许免疫继承性转移	45
2.9.2	去除胸腺或先天无胸腺突变可选择性地清除 T 细胞	46
2.9.3	通过 Ig 基因控制可选择性地清除 B 细胞	46
2.9.4	体内应用抗体可清除或抑制某型细胞功能	46
2.9.5	培养细胞的诱变和转染可研究个别基因的作用	46
2.9.6	通过转基因或基因剔除技术研究个别基因的作用	48
	小结	52
	复习题	53

第 3 章 免疫系统的细胞和组织	54
3.1 淋巴细胞	54
3.1.1 淋巴细胞的发育和异质性	55
3.1.2 与淋巴细胞活化相关的形态学变化	58
3.1.3 淋巴细胞增殖和凋亡的调控因素	59
3.2 单核吞噬细胞	60
3.2.1 单核吞噬细胞的发育	60
3.2.2 活化和功能	61
3.3 粒细胞	62
3.3.1 中性粒细胞	62
3.3.2 嗜酸性粒细胞	63
3.3.3 嗜碱性粒细胞	63
3.4 免疫器官和组织的功能解剖	64
3.4.1 中枢免疫器官	65
3.4.2 外周免疫器官	70
3.5 淋巴细胞的再循环	73
小结	75
复习题	75

第二篇 淋巴细胞特异性和活化

第 4 章 抗体分子的结构和功能	78
4.1 抗体分子的结构	78
4.1.1 抗体分子的自然分布和纯化	79
4.1.2 抗体的宏观结构	80
4.1.3 抗体的微观结构	84
4.2 抗体分子与特异性抗原的相互作用	89
4.2.1 重链和轻链可变区域间结合小分子	89
4.2.2 抗体与天然蛋白质的表位结合	90
4.3 免疫球蛋白恒定区内的变化和分型	91
4.3.1 各类免疫球蛋白的结构特征	91
4.3.2 免疫球蛋白同型的功能特征	93
4.3.3 同型的区别在于其重链恒定区域的结构	93
4.4 抗体可识别 Ig 内的氨基酸差异	94
4.4.1 同种异型	95
4.4.2 个体基因型	95
4.5 抗体同型的分布和效应功能	96
4.5.1 膜抗体是 B 细胞的抗原受体	96
4.5.2 不同同型抗体在不同部位发挥不同的效应功能	97

4.5.3	与 Fc 结合的运输蛋白携带 Ig 同型跨越上皮屏障	98
4.5.4	高亲和性 IgG 和 IgA 抗体能中和细菌毒素	99
4.5.5	高亲和性 IgG 和 IgA 抗体可抑制病毒感染	100
4.5.6	抗体可阻止细菌与宿主细胞的粘附	101
4.5.7	IgG 和 IgM 对补体的活化作用	101
4.5.8	IgG 加强吞噬作用的调理功能	102
4.5.9	IgG, IgE 和 IgA 激发抗体依赖细胞介导的细胞毒性	103
4.5.10	IgE 激发速发型超敏反应	104
	小结	104
	复习题	104
第 5 章	B 淋巴细胞的成熟和抗体基因的表达	106
5.1	B 淋巴细胞的产生和成熟过程	106
5.1.1	B 淋巴细胞不同发育阶段的特征	106
5.1.2	B 细胞的克隆选择	110
5.1.3	B 细胞异质性	113
5.2	免疫球蛋白链合成的基因基础	119
5.2.1	非免疫球蛋白基因的结构特征	119
5.2.2	轻链基因的组织结构和重排	119
5.2.3	重链基因的组织结构和重排	123
5.2.4	免疫球蛋白基因表达的调节	123
5.3	类或同型转换	125
5.4	抗体多样性的产生	127
5.4.1	种系内多个 V 基因的存在	127
5.4.2	基因片段随机重组	127
5.4.3	H 和 L 链的随机结合	127
5.4.4	连接和插入的多样性	128
5.4.5	体细胞突变	132
5.5	抗体合成时的转录和翻译调控	134
5.5.1	免疫球蛋白基因转录的细胞型特异调节	134
5.5.2	调节 Ig 基因重排产生单一特异性	135
5.5.3	mRNA 周转和翻译的调节	135
5.5.4	IgD 表达依赖于 RNA 加工而不是 DNA 重排	136
5.5.5	免疫球蛋白分子的合成、糖基化和组装	137
	小结	137
	复习题	138
第 6 章	主要组织相容性复合体	139
6.1	MHC 分子的结构	140
6.1.1	MHC I 类分子	140

6.1.2	MHC II类分子	143
6.1.3	MHC I类和II类分子三维结构的区别	146
6.2	MHC基因的结构	146
6.2.1	MHC基因位点的结构	146
6.2.2	单个MHC I类和II类基因的结构	148
6.2.3	MHC基因分型	149
6.3	MHC分子表达	149
6.3.1	MHC分子生物合成	150
6.3.2	MHC分子表达的调节	151
6.4	MHC限制	152
6.5	MHC等位基因多态性的产生与保持机制	152
6.5.1	等位基因多态性产生的机制	153
6.5.2	等位基因多态性保持的机制	153
6.6	MHC遗传和功能的分析技术	154
6.6.1	不相关个体间移植物受排斥	154
6.6.2	MHC同类和突变小鼠株是分析MHC功能的重要工具	155
6.6.3	T淋巴细胞对MHC多态性强烈应答	155
6.6.4	抗MHC抗体抑制T细胞应答	157
6.6.5	抗MHC抗体可确定MHC基因型	159
6.6.6	准确的MHC基因分型需要直接分析DNA序列	161
6.7	MHC分子配体和模体符	161
6.7.1	研究方法	162
6.7.2	MHC I类分子的配体和模体符	162
6.7.3	MHC II类分子的配体和模体符	163
	小结	164
	复习题	165
第7章	抗原呈递和T细胞抗原识别	166
7.1	T细胞识别抗原的特征	166
7.1.1	T细胞识别一定理化形式的抗原	166
7.1.2	不同功能的T细胞识别细胞内不同间隙的肽	167
7.1.3	T细胞识别与一定MHC分子稳定结合的抗原肽	168
7.1.4	T细胞对抗原应答需要一定辅助细胞的参与	169
7.1.5	T细胞的抗原识别受MHC限制	171
7.2	抗原呈递机制	176
7.2.1	抗原呈递细胞的类型	176
7.2.2	抗原呈递细胞对细胞外蛋白质抗原的摄取和处理	178
7.2.3	经加工的肽与MHC II类分子的结合	181
7.2.4	MHC I类相关抗原的呈递	186

7.3	MHC 结合抗原呈递的生理意义	188
7.3.1	MHC 决定蛋白质抗原的免疫原性	189
7.3.2	MHC 影响 T 细胞应答的性质	190
	小结	191
	复习题	192
第 8 章	T 细胞抗原识别和活化的分子基础	193
8.1	T 细胞 $\alpha\beta$ 抗原受体和 MHC 分子	193
8.1.1	T 细胞抗原受体的鉴定	193
8.1.2	$\alpha\beta$ T 细胞受体的结构和生化特性	194
8.1.3	$\alpha\beta$ T 细胞受体在识别 MHC 结合抗原方面的作用	196
8.2	CD3 复合物	199
8.3	$\gamma\delta$ T 细胞受体	202
8.3.1	$\gamma\delta$ T 细胞受体的生化特性	202
8.3.2	$\gamma\delta$ 受体的特异性和功能	203
8.4	T 细胞上的辅助分子	204
8.4.1	CD4 和 CD8	206
8.4.2	参与 T 细胞活化的其他辅助分子	210
8.4.3	TCR-CD3 介导的 T 细胞活化需要辅助刺激剂	214
8.5	T 细胞活化	215
8.5.1	T 细胞活化中的早期膜变化和细胞内信号传导	215
8.5.2	T 细胞基因的转录、活化和表达	220
8.5.3	T 细胞增殖	223
	小结	223
	复习题	224
第 9 章	胸腺内 T 细胞成熟	225
9.1	成熟过程中的 T 细胞在胸腺内的迁移和增殖	227
9.2	T 细胞受体基因结构、重排和多样性的产生	228
9.2.1	T 细胞受体 α 和 β 基因染色体组结构	229
9.2.2	T 细胞受体 α 和 β 基因的重排和表达	230
9.2.3	T 细胞受体 γ 和 δ 基因	234
9.3	T 细胞受体的个体发生和辅助分子表达	234
9.3.1	T 细胞受体表达的个体发生	235
9.3.2	表达 CD4 和 CD8 的个体发生和胸腺细胞亚群	237
9.4	T 细胞 MHC 限制和自身耐受的选择过程	238
9.4.1	只有自身 MHC 限制的 T 细胞才在胸腺内成熟	239
9.4.2	阳性选择失败的 T 细胞在胸腺内死亡	240
9.4.3	阳性选择调节 α 链基因重排	241
9.4.4	阳性选择决定成熟 T 细胞上 CD4 和 CD8 的表达	241

9.4.5	胸腺皮质上皮细胞 MHC 分子决定阳性选择特异性	242
9.4.6	辅受体表达的选择发生在两个阶段	242
9.4.7	自身抗原特异性 T 细胞在胸腺内被排除	245
9.4.8	抗原呈递细胞有效引导阴性选择	246
9.4.9	超抗原介导含特殊 V_{β} 区的 TCR 的阴性选择	247
9.4.10	阴性和阳性选择的信号有差异	248
9.4.11	胸腺选择的条件支持 MHC 多态而非多基因性的	251
9.5	关于肝脏内非胸腺来源的 T 细胞	252
	小结	252
	复习题	253
第 10 章	B 淋巴细胞活化和抗体产生	254
10.1	体液免疫应答特征	255
10.1.1	蛋白质抗原诱导抗体应答需要 T 淋巴细胞辅助	255
10.1.2	非蛋白质抗原诱导抗体应答不需要 T 淋巴细胞辅助	255
10.1.3	初次和二次抗体应答存在质和量的差异	255
10.1.4	体液免疫应答过程中产生记忆细胞	256
10.2	抗原对 B 淋巴细胞的作用	256
10.2.1	抗原对 B 淋巴细胞的功能作用	256
10.2.2	B 细胞向 Th 细胞呈递抗原	257
10.2.3	B 细胞受体复合物的信号传导功能	258
10.3	Th 细胞在抗体应答中的作用	262
10.3.1	Th 细胞与 B 细胞相互作用的机制	262
10.3.2	细胞因子在抗体应答中的作用	265
10.3.3	T 细胞与 B 细胞的接触作用	268
10.4	胸腺非依赖性抗原	270
10.5	携带 Fc 受体的辅助细胞在抗体应答中的作用	272
10.5.1	辅助细胞的 FcR 是 Ig 特异性发信号分子	272
10.5.2	吞噬细胞被其 FcR 结合的抗体激活	273
10.5.3	吞噬细胞依赖 FcR 识别、摄取和破坏病原体	274
10.5.4	分泌细胞因子诱导 B 和 T 细胞增殖	275
10.6	B 细胞表型和功能性表面分子	275
10.6.1	B 细胞表面蛋白质的重要作用	275
10.6.2	Fc 受体表达与 B 细胞分化	278
10.6.3	FcR 表达的调节	278
	小结	279
	复习题	280
第 11 章	免疫耐受和免疫应答调节	281
11.1	免疫耐受	281

11.1.1	免疫耐受的一般特性	283
11.1.2	T 淋巴细胞的耐受机制	283
11.1.3	B 细胞的耐受机制	286
11.2	抑制性 T 淋巴细胞	289
11.2.1	抑制性 T 细胞的作用特性	290
11.2.2	抑制细胞的作用机制	291
11.3	个体基因型调节	291
11.3.1	个体基因型和抗个体基因型免疫应答	292
11.3.2	个体基因型网络的调节功能	293
11.4	抗体的反馈作用	295
11.4.1	移除最初刺激物,限制 B 细胞活化	295
11.4.2	通过结合 B 细胞上的 Fc 受体抑制 B 细胞活化	295
11.4.3	Id 网络影响库的分布	296
11.4.4	抗原-抗体复合物调节 T 细胞应答	297
11.4.5	抗体可诱导或扰乱调节性 Id 网络	297
11.4.6	抗原-抗体复合物可改变细胞因子连锁反应	298
11.5	细胞因子的调节作用	298
11.6	决定免疫应答性质和程度的因素	298
11.6.1	抗原的作用	300
11.6.2	辅助细胞在耐受诱导中的作用	300
11.6.3	应答淋巴细胞的类型	301
	小结	302
	复习题	302

第三篇 免疫应答的效应机制

第 12 章	细胞因子	304
12.1	细胞因子的发现	304
12.2	细胞因子的一般特性	305
12.2.1	细胞因子在免疫应答的效应期产生	305
12.2.2	细胞因子分泌是一种短暂的自限过程	305
12.2.3	许多细胞因子由多种细胞产生	305
12.2.4	细胞因子具有多效性	305
12.2.5	细胞因子级联反应构成免疫应答的调节机制	306
12.2.6	细胞因子间相互影响产生特殊效应	306
12.2.7	细胞因子与靶受体结合启动其生物学效应	306
12.2.8	细胞因子受体表达受特异信号调节	306
12.2.9	对细胞因子的应答需要新的 mRNA 和蛋白质合成	306
12.2.10	细胞因子对靶细胞的生长因子效应	306

12.3 细胞因子的功能	306
12.3.1 介导天然免疫的细胞因子	307
12.3.2 调节淋巴细胞活化、生长和分化的细胞因子	320
12.3.3 活化炎症细胞的细胞因子	329
12.3.4 刺激造血的细胞因子	334
小结	342
复习题	343
第 13 章 细胞免疫的效应细胞	344
13.1 武装效应 T 细胞的产生	344
13.1.1 幼稚 T 细胞在外周淋巴器官初始接触抗原	345
13.1.2 淋巴细胞迁移、活化和效应功能依赖粘附分子	346
13.1.3 T 细胞与 APCs 的初始作用由细胞粘附分子介导	349
13.1.4 幼稚 T 细胞克隆活化需要配体和共刺激信号	350
13.1.5 吞入的病原体诱导 M ϕ 向幼稚 T 细胞呈递抗原	352
13.1.6 树突状细胞是 T 细胞活化的高效诱导者	354
13.1.7 B 细胞高效呈递与其表面 Ig 结合的抗原	356
13.1.8 激活的 T 细胞合成 IL-2 及其受体	357
13.1.9 共刺激信号是 IL-2 合成和分泌所必需的	358
13.1.10 缺乏共刺激信号的抗原识别导致 T 细胞耐受	359
13.1.11 武装效应 T 细胞不需要共刺激分子	361
13.1.12 Th2 或 Th1 细胞是决定免疫类型的主要因素	362
13.1.13 幼稚 CD8 ⁺ T 细胞活化成为细胞毒性效应细胞	363
13.2 武装效应 T 细胞的一般特征	365
13.2.1 效应 T 细胞与靶细胞相互作用由粘附分子启动	366
13.2.2 TCR 复合物指导效应分子集中释放于靶细胞	367
13.2.3 膜结合及分泌的分子表达介导 T 细胞效应功能	368
13.2.4 细胞因子局部或远距离作用放大效应功能	368
13.3 T 细胞介导的迟发型超敏反应及效应细胞	372
13.3.1 APCs 和迟发型超敏反应的识别期和活化期	373
13.3.2 后微静脉内皮细胞和炎症	373
13.3.3 活化的 M ϕ 和迟发型超敏反应的消退	375
13.4 细胞毒性 T 淋巴细胞	377
13.4.1 功能性 CTLs 的发育和分化	377
13.4.2 CTLs 的功能	378
13.4.3 CTLs 介导的靶细胞死亡机制	378
13.5 NK 细胞	380
13.5.1 NK 细胞激活和抑制通路	381
13.5.2 MHC I 类分子抵抗 NK 细胞对靶细胞的溶解作用	382

13.5.3	NK 细胞杀伤靶细胞的机制	384
小结	385
复习题	386
第 14 章	补体系统	387
14.1	补体级联反应	388
14.1.1	经典途径	390
14.1.2	替代途径	394
14.1.3	膜攻击复合物	396
14.2	补体级联反应的调节	399
14.2.1	经典途径的调节	399
14.2.2	替代途径的调节	401
14.2.3	膜攻击复合物形成的调节	403
14.3	补体 C3 成分的片段受体	404
14.3.1	I 型补体受体(CR1)	405
14.3.2	II 型补体受体(CR2, C3d 受体, CD21)	406
14.3.3	III 型补体受体(CR3)	407
14.3.4	IV 型补体受体(CR4)	407
14.4	补体蛋白的生物学功能	407
14.4.1	补体介导的细胞溶解作用	408
14.4.2	调理作用	408
14.4.3	过敏毒素和炎症性应答	408
14.4.4	趋化素作用	409
14.4.5	免疫粘附作用	409
14.4.6	免疫复合物溶解和吞噬廓清	409
14.5	补体基因和补体的生物合成	409
14.5.1	补体基因家族	409
14.5.2	补体基因的染色体连锁	410
14.5.3	补体蛋白的生物合成	411
14.6	与补体系统相关的疾病	411
14.6.1	补体缺陷	411
14.6.2	正常补体系统的病理作用	413
14.7	补体结合试验	414
小结	414
复习题	415
第 15 章	IgE 和肥大细胞或嗜碱性粒细胞介导的速发超敏反应	416
15.1	速发型超敏反应实验模型	417
15.2	速发型超敏反应的一般特征	419
15.2.1	致敏期	419

15.2.2	激活期	420
15.2.3	效应期	420
15.3	IgE 生物学	420
15.3.1	IgE 合成的调节及其相关因素	421
15.3.2	IgE 的 Fc 受体	422
15.4	肥大细胞和相关细胞的生物学	423
15.4.1	肥大细胞和嗜碱性粒细胞	423
15.4.2	嗜酸性粒细胞	425
15.4.3	肥大细胞表面受体	426
15.4.4	肥大细胞和嗜碱性粒细胞活化	426
15.5	肥大细胞和嗜碱性粒细胞产生的介质	428
15.5.1	生物胺	428
15.5.2	颗粒蛋白和蛋白多糖	429
15.5.3	脂类介质	429
15.5.4	细胞因子	430
15.6	人类临床变态反应	432
15.6.1	皮肤速发超敏反应	433
15.6.2	肺内速发超敏反应	433
15.6.3	全身性速发超敏反应	434
15.6.4	变态反应的免疫治疗	434
	小结	435
	复习题	435

第四篇 免疫防御和疾病

第 16 章	抗微生物和寄生虫的免疫	438
16.1	抗细胞外细菌的免疫	438
16.1.1	抗细胞外细菌的先天性免疫	439
16.1.2	抗细胞外细菌的特异性免疫	439
16.1.3	细胞外细菌的免疫逃逸机制	440
16.2	抗细胞内细菌的免疫	442
16.2.1	抗细胞内细菌的先天性免疫	442
16.2.2	抗细胞内细菌的特异性免疫应答	443
16.2.3	细胞内细菌逃逸免疫的机制	444
16.3	抗病毒免疫	446
16.3.1	抗病毒的先天性免疫	446
16.3.2	抗病毒的特异性免疫	446
16.3.3	病毒逃逸免疫的机制	447
16.4	抗寄生虫免疫	449

16.4.1	抗寄生虫的先天性免疫	449
16.4.2	抗寄生虫的特异性免疫	450
16.4.3	寄生虫逃逸免疫的机制	452
16.5	疫苗发展的现代途径	454
16.5.1	对有效疫苗的要求	455
16.5.2	重组 DNA 技术可用来减小病毒的毒性	456
16.5.3	编码保护性抗原的基因可插入建立的疫苗株	457
16.5.4	保护性抗原的合成肽可诱发保护性免疫	459
16.5.5	新佐剂和供应系统是疫苗必不可少的	459
16.5.6	DNA 肌肉注射可诱导保护性免疫	460
	小结	461
	复习题	462
第 17 章	移植免疫学	463
17.1	移植物排斥中的免疫应答	464
17.1.1	同种异体识别的分子基础	464
17.1.2	同种异体识别的细胞基础	466
17.2	同种异体移植物排斥中的效应机制	470
17.2.1	超急性排斥	470
17.2.2	急性排斥	471
17.2.3	慢性排斥	473
17.3	组织相容性抗原	474
17.3.1	I 类分子	475
17.3.2	II 类分子	476
17.3.3	III 类分子	476
17.3.4	移植物排斥中的靶	476
17.4	组织相容性抗原的检测	476
17.4.1	血清学方法	477
17.4.2	细胞学方法	477
17.4.3	免疫荧光技术	477
17.4.4	分子生物学技术	477
17.5	同种异体移植物排斥的预防和治疗	478
17.5.1	降低移植物免疫原性	479
17.5.2	抑制受体免疫系统功能	479
17.6	临床器官移植	486
17.7	骨髓移植	488
17.7.1	移植物抗宿主疾病	488
17.7.2	骨髓移植后免疫缺陷	489
17.8	脐血移植	490

17.8.1 脐血淋巴细胞的免疫学特性	490
17.8.2 脐血造血细胞的分离和保存	490
17.8.3 脐血移植的疗效	490
小结	491
复习题	492
第 18 章 肿瘤免疫学	493
18.1 肿瘤抗原	494
18.1.1 肿瘤特有抗原	494
18.1.2 肿瘤共有抗原	497
18.2 MHC 分子在抗肿瘤免疫中的作用	500
18.3 抗肿瘤免疫中的效应机制	502
18.3.1 体液免疫应答	502
18.3.2 细胞介导的免疫应答	502
18.4 肿瘤逃逸免疫系统的机制	504
18.4.1 肿瘤细胞免疫原性差	504
18.4.2 瘤细胞 MHC 表达下调	504
18.4.3 宿主对一些肿瘤抗原耐受	505
18.4.4 肿瘤细胞缺乏共刺激分子	506
18.4.5 肿瘤“偷渡”现象	506
18.4.6 突变型瘤细胞选择	506
18.4.7 抗原调变	507
18.4.8 封闭因子的作用	507
18.4.9 抗原掩蔽作用	507
18.4.10 肿瘤产生免疫抑制因子	507
18.4.11 细胞因子缺乏	507
18.5 肿瘤的免疫诊断	507
18.5.1 肿瘤抗原的免疫学检查	508
18.5.2 关于宿主对肿瘤免疫应答能力的估计	509
18.6 肿瘤的生物治疗	509
18.6.1 刺激免疫效应	509
18.6.2 抗体治疗	510
18.6.3 过继性细胞免疫治疗	512
18.6.4 细胞因子治疗	512
18.6.5 基因治疗	514
小结	516
复习题	516
第 19 章 体液和细胞免疫反应引起的疾病	517
19.1 免疫病的类型	517