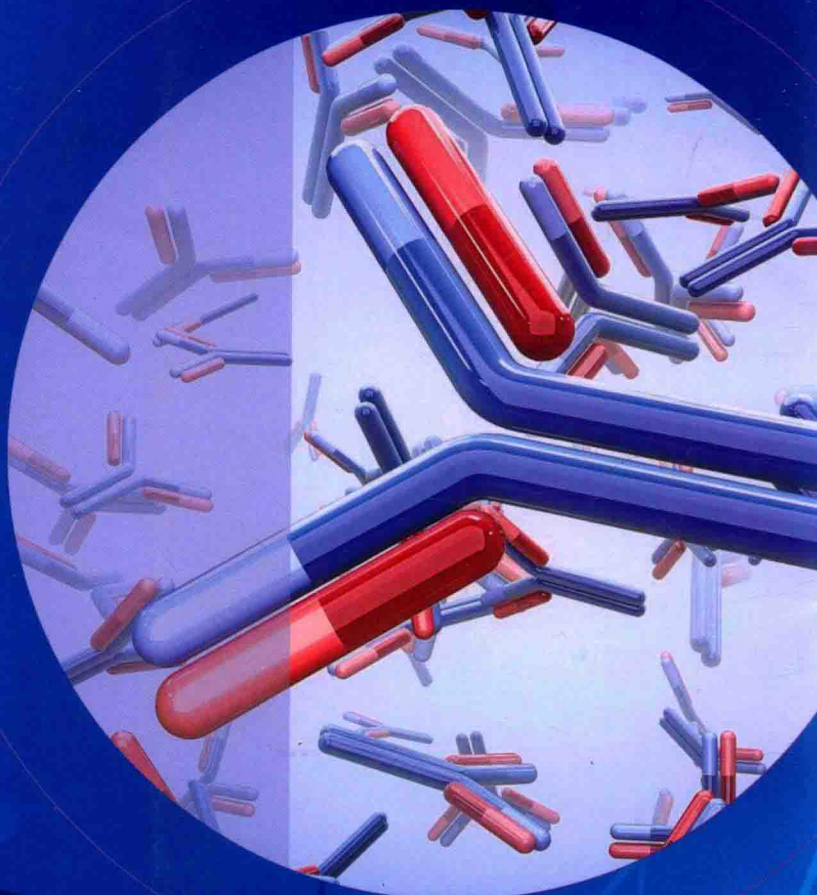


研究生教学用书  
教育部研究生工作办公室推荐



# 免疫学原理

PRINCIPLES OF IMMUNOLOGY

（第四版）



周光炎 主编

 科学出版社

# 免疫学原理

(第四版)

周光炎 主编

贵州师范学院内部使用

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书为教育部研究生办公室推荐的研究生教学用书,也是一本水平相当的参考书即免疫学高级教程。全书三部分(免疫系统、免疫应答、免疫病理)共20章,包括免疫学概述、免疫细胞(适应性免疫、固有免疫细胞)、免疫原与免疫球蛋白、主要组织相容性复合体、细胞因子、白细胞分化抗原和黏附分子、固有免疫、黏膜免疫与皮肤免疫、T细胞对抗原的识别、T细胞激活、B细胞激活、免疫应答的效应机制、免疫调节、超敏反应、抗感染免疫、免疫耐受与自身免疫、肿瘤免疫、移植免疫、免疫缺陷病等。内容仍保持基础与进展并重,在介绍基本概念的同时,注重新知识的引入,使该书具有系统性、完整性的同时,又不失其科学性和前沿性。

本书可供大专院校师生、医务人员、科研人员以及生物学、畜牧兽医学工作者查阅和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

免疫学原理/周光炎主编. —4版. —北京:科学出版社,2018.1(2019.6重印)  
ISBN 978-7-03-053131-5

I. ①免… II. ①周… III. ①医学—免疫学—研究生—教材 IV. ①R392

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第125541号

责任编辑:潘志坚

责任印制:谭宏宇 封面设计:殷 靓

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

北京画中画印刷有限公司印刷  
科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018年1月第 四 版 开本:889×1194 1/16

2019年6月第三次印刷 印张:26 1/4

字数:945 000

定价:90.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 《免疫学原理》(第四版)编委会

**主编:** 周光炎

**编委:** (以汉语拼音排序)

陈刚	教授、博士生导师	华中科技大学同济医学院
陈同辛	教授、博士生导师	上海市儿童医学中心
范丽安	教授、博士生导师	上海交通大学医学院
高晓明	教授、博士生导师	苏州大学
葛海良	教授、博士生导师	上海交通大学医学院
龚非力	教授、博士生导师	华中科技大学同济医学院
何睿	教授、博士生导师	复旦大学上海医学院
蒋黎华	副教授	上海交通大学医学院
金伯泉	教授、博士生导师	第四军医大学
李立新	教授、博士生导师	中科院上海生命科学研究院健康科学研究所
李宁丽	教授、博士生导师	上海交通大学医学院
李伟毅	教授、硕士生导师	上海交通大学医学院
路丽明	教授、博士生导师	上海交通大学医学院
田志刚	教授、博士生导师	中国科技大学
魏海明	教授、博士生导师	中国科技大学
熊思东	教授、博士生导师	苏州大学
徐薇	教授、博士生导师	苏州大学
张雁云	教授、博士生导师	中科院上海生命科学研究院健康科学研究所
张贇	副教授	第四军医大学
周保罗	教授、博士生导师	中国科学院上海巴斯德研究所
周光炎	教授、博士生导师	上海交通大学医学院



参加《免疫学原理》定稿会的部分作者和编者

左起: 潘志坚、熊思东、臧敬五、魏海明、高小明、葛海良、金伯泉、龚非力、周光炎

# 第四版序言

在第三版基础上,新版的修订着重于增强基础训练包括思维的逻辑性和创新性,以及深入反映新领域和新进展两个方面。

教育界流行一句口号:授人以渔。对于 professional 性质的教育,这是对的,例如学开车要的是驾驶技术而非请代驾。对于 academic 学科,也是对的。传授的应该不仅仅是技术,以及对现象、术语和发展史的罗列和排比,重要的是了解学科发展的实质性内涵和运行规律,促使认知的深化,在此基础上掌控学科的发展方向。唯有此,才能最有效地结合各种技术,实践知识的转化和应用,造福人类。

每门学科有自身的经典。提及经典不是为了点缀和反衬今日的先进,而是将其列为学科发展的组成部分。经典应该令人敬畏。设想在当初条件十分简陋和知识积累尚在起步之时,要凭借缜密的实验设计而展示创新成果,需要何等的智慧、艰辛和奉献。其构思的新颖、立意的巧妙,以及对学科发展的启示,至今仍葆其生命力。鉴于此,本书在注重原理推介的同时,尝试列举一些由诺奖学者设计的经典免疫学实验,作为辅助性范本,例证创新思维的价值。

在另一方面,第四版力求体现学科的重要进展。短短几年,新的发现和概念的更新几乎遍及免疫学各个领域。本版新增的主要内容有:

—固有淋巴样细胞(ILC)的确认及其与 T 细胞亚群在分化和效应上的协调和同步,展示固有免疫和适应性免疫可以构筑相似的应答类型和调变格局。

—组织定居性记忆 T 细胞的发现和对多种记忆性亚群及其功能的了解,深化了对免疫记忆的认识。与此同时,首次确认固有免疫中存在训练性记忆,包括二次刺激后炎症反应出现增强性应答,及其与表观遗传学修饰和固有类细胞功能性重编程的关系。

—对不同层次免疫调节的认识趋于全面。较为系统地评估了伴随整个免疫应答进程的基因转录和转录后修饰,以及泛素化和去泛素化等参与的正负反馈调节。

—关于程序性细胞死亡,除了胱天蛋白酶介导的凋亡,尚存在坏死性凋亡和炎症小体参与的细胞焦亡,其引发的胞膜损伤直接诱致 DAMP 等分子破膜外溢,构成炎症性应答的新内涵。同时,对 Bcl-2 家族“单一 BH3”促凋亡分子在启动细胞受体“饥饿性”凋亡中的作用,有了进一步的解析。

—自噬和自噬体在免疫应答和免疫调节中的意义。

—对肿瘤微环境在恶变细胞的生长和侵袭,以及发展新的免疫干预手段中的意义,有了深入的了解。同时,嵌合性抗原受体 T 细胞(CAR-T)的构建和用于控制血液肿瘤的成功尝试,为采用免疫学手段治愈人类疾病展示了诱人的前景。

此外,本版在自身免疫病一章还增添了免疫耐受的系统介绍,在黏膜免疫部分增补了皮肤免疫的内容。

对于教材建设,我等一向不在意是否冠有“精品”、“重点”、“规划”等头衔,也不主张一味扩展参编单位。这并非如鲁迅所说要“躲进小楼成一统”,免沾急功近利和应试教育的膾炙,而是希望脚踏实地地提高教材质量,关注水平,关注深度,融入更多的真材实料和学术发展的精髓。在此基础上也注意版面的活泼包括彩图的设计和配置。希望有助于激发阅读的愉悦和思维的活跃,在学有所获的同时,也学得生动,学有趣味。

本书愿为此尽力。

周光炎  
2017年8月

## 【本书特点】

本书已被教育部审定和推荐为全国研究生教学用书,本书同时也是一本与研究生水平相当的参考书,即免疫学高级教程。正如本书第一版序言中所说,作为研究生教材,内容应该比大学本科生学的免疫学更深、更新和重点更为突出。因为本书充分注意概念的更新,引入新的认知和反映新的领域。然而作为免疫学高级教程,又需有利于不同领域的读者进行查阅和参考,应注意内容安排上的系统性。这样,同为教材和参考书,各自使用的侧重点可以不同。

## 【本书教学建议】

为了与本科免疫学教学相衔接,对本书的概述和第一部分(免疫系统),可以根据教学时数的多寡,以及研究生入学时的知识结构和已有的免疫学基础,或作系统讲述或以系统复习或专题介绍的形式,使学生重新熟悉和掌握构成免疫系统的各个要素。然后把学习的重点放在第二部分(免疫应答),要求掌握其中的重要概念,进一步从结构与功能的关系上熟悉第一部分遇到的各种要素,了解新的进展,启迪哲理性思维。对于医学领域的学生,第三部分(免疫病理)也是重要的,是换一个角度从疾病相关的方面领会免疫学原理,以强化基本概念并与临床医学相衔接,但可根据需要和教学时数控制讲解的深度并做出恰当的内容选择。

根据我们已有的教学经验,面对第一部分所给出的各种免疫细胞和大量免疫分子,同学们往往感到十分枯燥和难以掌握,只有学过了第二甚至第三部分,即通过动态的免疫应答和与疾病相结合的学习之后,才能真正找到感觉,并对免疫学产生浓厚的兴趣。这时,回过去审阅概述中列举的免疫系统的几项功能,也才会有真正的体会。

## 【关于专业词汇的统一性】

本书所涉及的免疫学词汇参照 2007 年国家自然科学名词审定委员会公布的科学名词。因为如此,除了此处列举的少量常见缩略语,本书将不再全面罗列免疫学名词的中英文对照表。

## 【本书所涉及的缩略语】

以下 73 个免疫学相关的缩略语在本书中会反复应用,也是免疫学中常用的词汇,希望读者能熟记和掌握。在本书中,除了初次出现,以及在标题中需保留中文译名外,余皆直接用英语缩略语替代。

Ab	antibody	抗体
ADCC	antibody-dependent cell-mediated cytotoxicity	抗体依赖细胞介导的细胞毒性
Ag	antigen	抗原
AICD	activation-induced cell death	激活诱导的细胞死亡
AIRE	autoimmune regulator	自身免疫调节因子
APC	antigen-presenting cell	抗原提呈细胞
BCR	B cell receptor	B 细胞受体
CAR-T	CAR (chimeric antigen receptor)- T cell	嵌合抗原受体 T 细胞
CDC	complement-dependent cytotoxicity	补体依赖的细胞毒性
cDC	conventional dendritic cell	常规/传统树突状细胞
CDR	complementarity determining region	互补决定区
Ck	cytokine	细胞因子
CLIP	class II - associated invariant chain peptide	II 类相关恒定链肽段
Con A	Concanavalin A	刀豆素 A
CTL	cytotoxic T lymphocyte	细胞毒性 T 淋巴细胞
DAMP	damage-associated molecular pattern	损伤相关分子模式
DC	dendritic cell	树突状细胞

EAE	experimental allergic encephalomyelitis	实验变态反应性脑脊髓炎
FDC	follicular dendritic cell	滤泡树突状细胞
GC	germinal center	生发中心
GVHR	graft versus host reaction	移植物抗宿主反应
HEV	high endothelial venule	高内皮小静脉
HLA	human leukocyte antigen	人类白细胞抗原
HMGB1	high-mobility group box 1	高迁移率族蛋白 1
HSP	heat shock protein	热休克蛋白
IDDM	insulin dependent diabetes mellitus	胰岛素依赖型糖尿病, 1 型糖尿病
Id	idiotype	独特型
IEL	intraepithelial lymphocyte	上皮内淋巴细胞
IFN	interferon	干扰素
Ig	immunoglobulin	免疫球蛋白
IgSF	immunoglobulin superfamily	免疫球蛋白超家族
ILC	innate lymphoid cell	固有淋巴样细胞
ITAM	immunoreceptor tyrosine-based activation motif	免疫受体酪氨酸激活基序
ITIM	immunoreceptor tyrosine-based inhibitory motif	免疫受体酪氨酸抑制基序
LPS	lipopolysachride	脂多糖
mAb	monoclonal antibody	单克隆抗体
MAPK	mitogen-activated protein kinase	丝裂原激活的蛋白激酶, MAP 激酶
MBL	mannose-binding lectin	甘露糖结合凝集素
MHC	major histocompatibility complex	主要组织相容性复合体
M $\phi$	macrophage	巨噬细胞
NK	NK cell	自然杀伤细胞
NKT	NK T cell	自然杀伤性 T 细胞
NLR	NOD-like receptor	NOD 样受体
PAMP	pathogen-associated molecular pattern	病原体相关分子模式
PBMC	peripheral blood mononuclear cell	外周血单个核细胞
pDC	plasmacytoid dendritic cell	浆细胞样树突状细胞
PHA	phytohemagglutinin	植物血凝素
PI3K	phosphotylinosital 3 kinase	磷酸肌醇 3 激酶
PKC	protein kinase C	蛋白激酶 C
pMHC	peptide-MHC complex	肽-MHC 复合物
PRR	pattern-recognition receptor	模式识别受体
PTK	protein tyrosine kinase	蛋白酪氨酸激酶
PTP	protein tyrosine phosphatase	蛋白酪氨酸磷酸酶
RAG	recombination activation gene	重组激活基因
RLR	RIG-like receptor	RIG 样受体
SAg	superantigen	超抗原
SHM	somatic hypermutation	体细胞高频突变
SLE	systemic lupus erythematosus	系统性红斑狼疮
TAA	tumor-associated antigen	肿瘤相关抗原
TAM	tumor-associated macrophage	肿瘤相关巨噬细胞
TAP	transporter associated with antigen processing	抗原加工相关转运蛋白
T <sub>CM</sub>	central memory T cell	中枢记忆 T 细胞
TCR	T cell receptor	T 细胞受体
TD-Ag	T-dependent antigen	T 细胞依赖性抗原

$T_{EM}$	effective memory T cell	效应记忆 T 细胞
Tfh	follicular helper T cell	滤泡协助性 T 细胞
Th	helper T cell	辅助性 T 细胞
TI-Ag	T-independent Ag	T 细胞非依赖性抗原
TLR	Toll-like receptor	Toll 样受体
TNF	tumor necrosis factor	肿瘤坏死因子
Treg	regulatory T cell	调节性 T 细胞
$T_{RM}$	resident memory cell	组织定居记忆 T 细胞
TSA	tumor-specific antigen	肿瘤特异抗原

### 【出版社的警告与建议】

由于本书的作者拥有本书全部的图文著作权, 未经过著作权人同意, 禁止将本书的内容上传至网络或用于其他商业用途。如果确有需要, 请与著作权人联系。

第四版序言  
如何使用本书

## 引言 免疫学概述

### 第一章 免疫学概述

3

- 第一节 传染病的防治实践与免疫学的兴起 / 3
  - 一、中国古代关于预防接种的实践 / 3
  - 二、免疫学——生命科学的前沿 / 4
- 第二节 免疫系统与免疫学 / 5
  - 一、免疫系统 / 5
  - 二、免疫系统的进化 / 8
  - 三、免疫学 / 9
- 第三节 免疫系统的识别能力 / 10
  - 一、免疫原、抗原和抗原表位 / 10
  - 二、固有免疫和适应性免疫对免疫原的识别 / 10
  - 三、免疫受体及其主要类型 / 12
- 第四节 免疫系统的反应能力 / 14
  - 一、受体分子启动的信号转导和基因的转录激活 / 14
  - 二、固有免疫应答和适应性免疫应答 / 16
  - 三、固有免疫和适应性免疫共同构建三种应答类型 / 18
- 第五节 免疫系统的调节能力 / 19
  - 一、感知网络和感知元件 / 20
  - 二、针对感知信息的反馈调控途径 / 23
  - 三、对自身抗原的感知与自身免疫病 / 24
- 第六节 免疫系统的记忆能力 / 24
  - 一、T 细胞介导的免疫记忆 / 24
  - 二、记忆性 B 细胞介导的抗体应答 / 25
  - 三、NK 细胞介导的记忆样行为 / 26
  - 四、固有免疫中的训练性记忆 / 26

## 第一部分 免疫系统

### 第二章 适应性免疫细胞：淋巴细胞

31

- 第一节 淋巴细胞发育概述 / 31
  - 一、T、B 细胞谱系的定向分化 / 32
  - 二、抗原受体基因的重排和表达 / 33
  - 三、克隆选择和克隆清除造就 T、B 细胞受体库发生偏移 / 33
- 第二节 淋巴细胞抗原受体多样性的产生 / 34
  - 一、淋巴细胞抗原受体基因重排和多样性的产生 / 34
  - 二、抗原参与下的体细胞高频突变 / 38
  - 三、淋巴细胞抗原受体库的发育 / 39
- 第三节 T 细胞发育 / 40
  - 一、T 细胞的分化成熟和胸腺选择 / 40
  - 二、T 细胞抗原受体和 T 细胞抗原受体基因 / 43
- 第四节 B 细胞发育 / 45
  - 一、B 细胞的分化成熟 / 45
  - 二、B 细胞抗原受体 / 46
- 第五节 淋巴细胞亚群 / 47

- 一、效应性 T 细胞亚群 / 47
- 二、B 细胞功能性亚群 / 48

- 三、调节性细胞和记忆性细胞 / 49

### 第三章 固有免疫细胞

51

#### 第一节 单核/巨噬细胞 / 51

- 一、单核/巨噬细胞的来源与分化成熟 / 51
- 二、单核/巨噬细胞的异质性 / 51
- 三、单核/巨噬细胞的识别模式 / 53
- 四、单核/巨噬细胞的功能 / 54

#### 第二节 树突状细胞 / 55

- 一、DC 的起源、分布与分类 / 56
- 二、DC 的分化发育 / 57
- 三、DC 的表面标记 / 58
- 四、DC 的免疫学功能 / 58
- 五、DC 的临床应用 / 60

#### 第三节 NK 细胞 / 60

- 一、NK 细胞的表面标志 / 60

- 二、NK 细胞的发育 / 61

- 三、NK 细胞的亚群 / 61

- 四、NK 细胞的识别机制 / 63

- 五、NK 细胞的功能 / 66

#### 第四节 粒细胞和肥大细胞 / 68

- 一、粒细胞 / 68

- 二、肥大细胞 / 69

#### 第五节 参与固有免疫应答的淋巴细胞 / 70

- 一、NKT 细胞 / 70

- 二、 $\gamma\delta$  T 细胞 / 71

- 三、固有淋巴样细胞 / 72

- 四、B1 细胞 / 73

- 五、边缘区 B 细胞 / 74

### 第四章 免疫原与免疫球蛋白

75

#### 第一节 免疫原 / 75

- 一、免疫原的概念 / 75
- 二、免疫原的分类 / 75

#### 第二节 免疫原的基本特性 / 78

- 一、免疫原性 / 79
- 二、反应原性 / 79
- 三、抗原表位 / 79

#### 第三节 影响免疫原特性的因素 / 80

- 一、决定免疫原免疫原性的因素 / 80
- 二、决定免疫原反应原性的因素 / 82

#### 第四节 其他重要的免疫细胞激活剂 / 82

- 一、超抗原 / 82
- 二、佐剂 / 83
- 三、丝裂原 / 83

#### 第五节 免疫球蛋白的结构及装配 / 84

- 一、免疫球蛋白的结构 / 84
- 二、免疫球蛋白的装配及分泌 / 86

#### 第六节 免疫球蛋白的异质性及功能 / 87

- 一、免疫球蛋白的类型 / 87
- 二、免疫球蛋白的血清型 / 87
- 三、免疫球蛋白的功能及特性 / 88
- 四、各类免疫球蛋白的生物学特性 / 89

#### 第七节 免疫球蛋白的人工制备 / 90

- 一、多克隆抗体 / 90
- 二、单克隆抗体 / 90
- 三、基因工程抗体 / 90
- 四、嵌合抗体和改型抗体 / 91
- 五、抗体片段及其衍生形式 / 91

### 第五章 主要组织相容性复合体

94

#### 第一节 小鼠 H-2 系统 / 94

- 一、H-2 I 类基因 / 94
- 二、H-2 II 类基因和 III 类基因 / 95
- 三、小鼠的 H-2 同类系和重组系 / 95

#### 第二节 人类主要组织相容性复合体 / 95

- 一、经典的 HLA 复合体结构 / 95
- 二、HLA 基因的多态性 / 98

#### 第三节 HLA 分子的结构、功能和分布 / 100

- 一、HLA 分子的组织分布 / 100
- 二、HLA 分子结构 / 101

- 三、HLA 分子的功能 / 103
- 第四节 HLA 基因表达的调控 / 105
  - 一、HLA 基因的结构 / 105
  - 二、HLA 基因转录激活及其调控 / 106

- 三、HLA 基因表达中的非 DNA 结合蛋白 / 107
- 第五节 HLA 和临床医学 / 107
  - 一、HLA 分型与器官移植 / 107
  - 二、HLA 与疾病关联 / 108

## 第六章 细胞因子

111

- 第一节 细胞因子的特性与分类 / 111
  - 一、细胞因子的共同特性 / 111
  - 二、细胞因子的分类 / 112
- 第二节 细胞因子功能 / 115
  - 一、主要由固有免疫细胞产生的细胞因子 / 115
  - 二、主要与适应性免疫细胞相关的细胞因子 / 116

- 第三节 细胞因子受体 / 119
  - 一、细胞因子受体的结构 / 119
  - 二、细胞因子受体介导的信号转导 / 121
- 第四节 趋化因子及其受体 / 122
  - 一、趋化因子的结构、分类和功能 / 122
  - 二、趋化因子受体 / 126

## 第七章 白细胞分化抗原和黏附分子

129

- 第一节 白细胞分化抗原和黏附分子的结构 / 129
  - 一、整合性膜蛋白的分型 / 129
  - 二、白细胞分化抗原和黏附分子的基本结构 / 129
- 第二节 白细胞分化抗原及其功能 / 131
  - 一、主要的 CD 分子 / 131

- 二、CD 分子的免疫功能 / 136
- 第三节 细胞黏附分子的种类、结构和功能 / 137
  - 一、黏附分子的种类和结构 / 137
  - 二、黏附分子表达的调节 / 141
  - 三、黏附分子的功能 / 142
  - 四、可溶型黏附分子 / 145

## 第二部分 免疫应答

## 第八章 固有免疫

149

- 第一节 诱导固有免疫应答的免疫原 / 149
  - 一、病原体和 PAMP / 149
  - 二、细胞损伤产物和 DAMP / 150
- 第二节 固有免疫应答的防御屏障 / 151
- 第三节 现存抗菌因子及其介导的固有免疫应答 / 152
  - 一、抗菌肽和抗菌蛋白 / 152
  - 二、补体 / 154
  - 三、血清游离模式识别受体 / 157
- 第四节 识别模式分子的吞噬性受体及其介导的固有免疫应答 / 158
  - 一、吞噬细胞 / 158
  - 二、吞噬性模式识别受体 / 159
  - 三、胞吞和吞噬 / 160

- 四、吞噬相关的分子结构及吞噬细胞对病原体杀伤的氧依赖途径 / 161
- 五、自噬和异噬 / 162
- 第五节 识别模式分子的信号受体及其介导的固有免疫应答 / 164
  - 一、膜结合的模式识别信号受体: Toll 样受体 / 164
  - 二、胞质内模式识别信号受体(1): NOD 样受体 / 166
  - 三、胞质内模式识别信号受体(2): RIG 样受体 / 169
  - 四、胞质内模式识别信号受体(3): 胞质 DNA 感知蛋白 / 170

- 第六节 炎症反应 / 170  
一、炎症介质 / 170

二、炎症反应 / 171

- 第七节 训练性免疫与固有免疫记忆 / 173

## 第九章 黏膜免疫与皮肤免疫

175

- 第一节 黏膜免疫系统与免疫应答 / 175  
一、黏膜免疫系统的结构特点 / 175  
二、黏膜免疫系统的应答特点 / 175
- 第二节 黏膜免疫中的固有免疫应答 / 177  
一、组成肠相关淋巴组织的固有免疫细胞 / 177  
二、肠道黏膜相关的固有免疫应答 / 178  
三、IEL 杀伤入侵病毒和修复损伤组织的功能 / 180
- 第三节 黏膜免疫中的适应性免疫应答 / 181  
一、黏膜免疫系统器官化的淋巴组织 / 181  
二、参与适应性黏膜免疫应答的免疫细胞 / 182  
三、黏膜免疫中的抗体应答 / 184  
四、黏膜免疫中 T 细胞介导的应答 / 185
- 第四节 黏膜免疫中的免疫耐受和免疫调节 / 187  
一、黏膜 DC 与免疫耐受 / 187  
二、正常肠道的大量共生菌不引发有害的免疫反应 / 187  
三、黏膜耐受的诱导 / 188
- 第五节 黏膜免疫与疾病 / 189  
一、病原体感染与宿主免疫反应之间的消长决定了感染的结局 / 189  
二、针对共生菌的免疫应答与肠道疾病 / 189  
三、肠道中与免疫应答相关的一些临床疾病 / 189
- 第六节 皮肤免疫 / 190  
一、皮肤免疫系统的组成 / 190  
二、皮肤免疫系统的固有免疫应答 / 190  
三、皮肤免疫系统的 T 细胞应答 / 192  
四、皮肤共生菌对皮肤免疫的调控 / 192  
五、炎症性皮肤病 / 192

## 第十章 T 细胞对抗原的识别

194

- 第一节 抗原提呈细胞 / 194  
一、专职抗原提呈细胞 / 194  
二、非专职抗原提呈细胞 / 196
- 第二节 参与抗原提呈的分子及 T-APC 相互作用 / 196  
一、T-APC 相互作用中的免疫分子 / 196  
二、T-APC 相互作用中的免疫突触 / 200
- 第三节 蛋白质抗原加工提呈的两条主要途径 / 202  
一、蛋白质抗原加工提呈的 MHC II 类分子途径 / 202  
二、蛋白质抗原加工提呈的 MHC I 类分子途径 / 204  
三、抗原加工提呈的非典型途径 / 206
- 第四节 MHC、抗原肽和 TCR 分子间的相互作用 / 208  
一、抗原肽与 MHC 分子相互作用及其分子基础 / 208  
二、TCR-pMHC 相互作用及其意义 / 210
- 第五节 非经典 MHC I 类分子的抗原提呈 / 211  
一、CD1 分子的结构和抗原提呈功能 / 211  
二、T 细胞对 CD1-脂类抗原的识别 / 212

## 第十一章 T 细胞激活

215

- 第一节 T 细胞抗原识别信号的转导 / 215  
一、T 细胞信号转导的原理和一些主要成分 / 215  
二、信号的跨膜传递和转导通路的启动 / 216  
三、抗原激活信号胞内转导的主要途径 / 218  
四、T 细胞信号转导抑制剂 / 219
- 第二节 T 细胞激活的其他信号 / 221  
一、CD28 共刺激受体介导的信号转导 / 221  
二、转录因子的活化和基因的表达 / 222  
三、细胞因子 IL-2 受体启动的信号转导在 T 细胞激活中的作用 / 224
- 第三节 T 细胞功能性亚群的分化 / 225  
一、CD4 T 细胞亚群 / 225  
二、CD4 T 细胞亚群的可塑性 / 227  
三、CD8 细胞毒性 T 细胞 / 227

**第四节 记忆性 T 细胞 / 228**

- 一、记忆性 T 细胞的产生是一个由抗原启动的程序化过程 / 228
- 二、记忆性 T 细胞的异质性及其亚群 / 229
- 三、记忆性 T 细胞长期维持的机制 / 230

**第五节 超抗原对 T 细胞的激活 / 232**

- 一、超抗原作用的特点及其对 T 细胞的激活 / 232
- 二、超抗原诱发的免疫病理学效应 / 233

**第十二章 B 细胞激活**

234

**第一节 B 细胞对抗原的识别 / 234**

- 一、初始 B 细胞及其激活途径 / 234
- 二、B 细胞对抗原的捕获与识别 / 234
- 三、B 细胞的抗原识别结构 / 235
- 四、B 细胞抗原识别信号的转导 / 236

**第二节 T-B 细胞相互作用与 B 细胞的激活 / 238**

- 一、协助性 T 细胞的参与 / 239
- 二、T-B 细胞的相互作用 / 239

**第三节 B 细胞的增殖分化与生发中心的形成 / 241**

- 一、滤泡外 B 细胞灶 / 241
- 二、生发中心中 B 细胞的增殖和分化 / 241

**第四节 生发中心反应 / 243**

- 一、体细胞高频突变与抗体的亲和力成熟 / 243
- 二、抗体的类别转换 / 246
- 三、浆细胞和记忆性 B 细胞的分化 / 248

**第五节 T 细胞非依赖抗原对 B 细胞的活化 / 250**

- 一、TI 抗原的分类与主要特性 / 251
- 二、B 细胞对 TI 抗原的应答 / 251

**第十三章 免疫应答的效应机制**

253

**第一节 抗体的效应功能 / 253**

- 一、IgG 和 IgM 介导的效应 / 253
- 二、分泌型 IgA 的局部抗感染作用 / 253
- 三、IgE 介导的效应机制 / 254

**第二节 T 细胞介导的效应功能 / 254**

- 一、CTL 对靶细胞的杀伤 / 254
- 二、迟发型超敏反应中 Th1 介导的效应机制 / 257
- 三、Th17 细胞介导的炎症效应机制 / 257

**第三节 Fas 相关的死亡信号转导与凋亡 / 258**

- 一、Fas 分子启动的死亡信号转导 / 258
- 二、胱天蛋白酶的效应机制 / 261
- 三、Bcl-2 及其家族分子与细胞凋亡 / 261
- 四、细胞焦亡与坏死性凋亡 / 262

**第四节 NK 细胞、细胞因子和巨噬细胞的效应功能 / 264**

- 一、NK 细胞的效应机制 / 264
- 二、细胞因子和巨噬细胞的效应作用 / 265

**第十四章 免疫调节**

268

**第一节 基因的转录激活与免疫调节 / 268**

- 一、微小 RNA 的负向反馈作用 / 268
- 二、表观遗传学参数参与的基因转录调节 / 268

**第二节 免疫分子的转录后修饰与免疫调节 / 269**

- 一、蛋白质磷酸化对信号转导的调节 / 270
- 二、蛋白质泛素化对受体活性和信号分子的调节 / 272

**第三节 免疫细胞的相互作用与免疫调节 / 274**

- 一、调节性淋巴细胞 / 274

- 二、淋巴细胞克隆间的免疫调节 / 278

- 三、淋巴细胞克隆容积消长的自我调节 / 281

**第四节 整体和群体水平的调节 / 282**

- 一、补体效应的调节 / 282
- 二、免疫-内分泌-神经系统的相互作用和调节 / 284
- 三、MHC 多态性与最适免疫应答格局的群体调节 / 284

## 第三部分 免疫病理

### 第十五章 超敏反应

289

- 第一节 I型超敏反应 / 289**
- 一、机制 / 289
  - 二、变应原 / 290
  - 三、Th2 细胞的活化 / 291
  - 四、B 细胞活化及 IgE 转换 / 291
  - 五、IgE 与高亲和力 IgE 受体 / 291
- 第二节 超敏反应中肥大细胞的作用 / 292**
- 一、肥大细胞发育 / 292
  - 二、肥大细胞活化的信号途径 / 293
  - 三、肥大细胞产生的两类炎性(过敏)介质 / 293
- 第三节 调节性 T 细胞和 Th17 细胞在过敏性疾病中的作用 / 295**
- 一、两类调节性 T 细胞 / 295
  - 二、调节性 T 细胞与过敏性疾病 / 295
  - 三、Th17 细胞的分化和调节 / 295
  - 四、Th17 细胞与过敏性疾病 / 296
- 第四节 I型超敏反应性疾病 / 296**
- 一、I型超敏反应性疾病的特征 / 296
  - 二、全身性过敏反应 / 297
  - 三、哮喘 / 298
  - 四、速发型超敏反应与遗传 / 299
- 第五节 II型和III型超敏反应 / 299**
- 一、II型超敏反应 / 299
  - 二、III型超敏反应 / 300
- 第六节 IV型超敏反应 / 301**
- 一、T 细胞介导的超敏反应 / 301
  - 二、机制 / 302
  - 三、IV型超敏反应疾病举例 / 303

### 第十六章 抗感染免疫

304

- 第一节 概述 / 304**
- 一、病原体的分类 / 304
  - 二、抗感染免疫的类型 / 304
  - 三、抗感染免疫的结局 / 305
- 第二节 抗感染固有免疫 / 305**
- 一、抗感染固有免疫的主要组成 / 305
  - 二、抗感染固有免疫的分子识别 / 306
  - 三、抗感染固有免疫的意义 / 308
- 第三节 抗感染适应性免疫 / 308**
- 一、适应性抗感染免疫的诱导 / 308
  - 二、抗感染体液免疫及其效应机制 / 308
  - 三、抗感染细胞免疫应答及其效应机制 / 309
  - 四、抗感染黏膜免疫应答及其机制 / 309
  - 五、抗感染免疫的记忆反应 / 310
- 第四节 胞内病原体的抗感染免疫 / 310**
- 一、抗胞内病毒感染免疫 / 310
  - 二、抗胞内细菌感染免疫 / 313
- 第五节 胞外病原体的抗感染免疫 / 316**
- 一、抗胞外细菌感染免疫 / 316
  - 二、抗真菌感染免疫 / 317
  - 三、抗寄生虫感染免疫 / 317
- 第六节 病原体逃逸抗感染免疫的机制 / 318**
- 一、病原体因素 / 318
  - 二、宿主因素 / 321
  - 三、病原体逃逸抗感染免疫的后果 / 321

### 第十七章 免疫耐受和自身免疫

323

- 第一节 免疫耐受 / 323**
- 一、天然免疫耐受与获得性免疫耐受 / 323
  - 二、免疫耐受的形成机制 / 323
- 第二节 自身免疫病的概念与分类 / 325**
- 一、自身免疫病的概念 / 325
  - 二、自身免疫病的分类 / 326
- 第三节 自身抗体、自身反应性 T 细胞与自身免疫病 / 326**
- 一、自身抗体与自身免疫病 / 326

- 二、自身反应性 T 细胞与自身免疫病 / 327
- 第四节 自身免疫病的相关因素 / 328**
- 一、免疫学因素 / 328
- 二、内分泌因素和环境因素 / 331
- 三、遗传因素 / 332
- 第五节 自身免疫应答导致病理损伤的机制及常见自身免疫病 / 333**

- 一、自身免疫应答造成病理损伤的机制 / 333
- 二、常见自身免疫病举例 / 334
- 第六节 自身免疫病的治疗 / 337**
- 一、糖皮质激素 / 337
- 二、免疫抑制剂 / 337
- 三、免疫净化 / 337
- 四、免疫生物制剂 / 337

## 第十八章 肿瘤免疫

339

- 第一节 肿瘤抗原 / 339**
- 一、肿瘤特异性抗原 / 339
- 二、肿瘤相关抗原 / 341
- 第二节 抗肿瘤免疫的效应机制 / 342**
- 一、体液免疫效应机制 / 342
- 二、细胞免疫效应机制 / 343
- 第三节 肿瘤的免疫监视及免疫逃逸 / 345**

- 一、机体的免疫监视功能 / 345
- 二、肿瘤的免疫逃逸机制 / 345

### 第四节 肿瘤的免疫治疗 / 351

- 一、肿瘤的主动免疫治疗 / 351
- 二、肿瘤的被动免疫治疗 / 353
- 三、肿瘤的基因治疗 / 356

## 第十九章 移植免疫

359

- 第一节 同种异体器官移植排斥的机制 / 359**
- 一、引发同种异体移植排斥反应的抗原 / 359
- 二、T 细胞识别同种抗原的机制 / 360
- 三、移植排斥反应的效应机制 / 362
- 第二节 移植排斥反应的类型 / 364**
- 一、宿主抗移植物反应 / 364
- 二、移植物抗宿主反应 / 367
- 三、排斥反应的特殊情况 / 367
- 第三节 移植排斥反应防治原理 / 367**
- 一、供者的选择 / 368
- 二、移植物和受者的预处理 / 368
- 三、抑制受者的免疫应答 / 368
- 四、移植后的免疫监测 / 369

### 第四节 诱导同种移植耐受的基本策略 / 369

- 一、基于建立嵌合体诱导移植耐受 / 369
- 二、基于主动免疫诱导同种移植耐受 / 370
- 三、基于阻断同种反应性 T 细胞应答诱导移植耐受 / 370
- 四、基于调控免疫细胞分化及功能状态诱导移植耐受 / 371
- 五、过继输注免疫细胞诱导移植耐受 / 372
- 六、基于抑制炎症反应诱导移植耐受 / 372

### 第五节 移植相关的免疫学问题 / 373

- 一、异种移植的实验研究 / 373
- 二、母胎耐受 / 374

## 第二十章 免疫缺陷病

376

### 上篇 原发性免疫缺陷病

- 第一节 概述 / 376**
- 第二节 联合免疫缺陷病 / 378**
- 一、重症联合免疫缺陷 / 378
- 二、X-连锁高 IgM 血症 / 380
- 第三节 抗体缺陷为主的免疫缺陷病 / 380**
- 一、X-连锁无丙种球蛋白血症 / 381

- 二、常染色体隐性遗传性无丙种球蛋白血症 / 381
- 三、非 X-连锁高 IgM 血症 / 382

### 第四节 已明确的免疫缺陷综合征 / 382

- 一、湿疹-血小板减少伴免疫缺陷 / 382
- 二、共济失调-毛细血管扩张综合征 / 383
- 三、高 IgE 综合征 / 384

四、X 连锁隐性无汗性外胚层发育不良伴免疫缺陷 / 385	二、孟德尔式易感分枝杆菌疾病 / 388
<b>第五节 固有免疫缺陷 / 386</b>	<b>第六节 自身免疫性淋巴组织增生综合征 / 389</b>
一、慢性肉芽肿病 / 386	<b>第七节 原发性免疫缺陷病的治疗 / 389</b>
	<b>下篇 继发性免疫缺陷病</b>
<b>第一节 人类免疫缺陷病毒 / 390</b>	<b>第三节 宿主抗 HIV 免疫应答 / 393</b>
一、艾滋病的流行 / 390	一、固有免疫 / 393
二、HIV 的结构和分型 / 390	二、适应性免疫 / 394
三、HIV-1 基因组 / 391	<b>第四节 HIV 感染与艾滋病 / 395</b>
<b>第二节 HIV-1 的感染和致病 / 392</b>	一、HIV 感染临床症状 / 395
一、HIV 对细胞的感染 / 392	二、艾滋病的治疗 / 396
二、HIV 致病机制 / 392	三、HIV 疫苗开发 / 396

## 索 引

免疫学概述

免 疫 学 原 理

引 言

# 免疫学概述

论述免疫学在人类与传染病斗争中产生,并以诺奖获得者及其业绩展示免疫学发展简况。在此基础上,列举各章节不再提及的免疫系统组成和免疫学学科涉及的主要内容和覆盖范畴,然后介绍免疫系统的四项功能:免疫识别、免疫反应、免疫调节和免疫记忆,着重概念的论述和认知的更新。

仅供内部使用