



全国医学成人高等教育专科教材

QUANGUO YIXUE CHENGREN GAODENG JIAOYU ZHUANKE JIAOCAI

第2版

医学免疫学

主编 高美华 邵启祥 司传平

YIXUE MIANYIXUE



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

· 全国医学成人高等教育专科教材 ·

医学免疫学

YIXUE MIANYIXUE

(第2版)

主 编	高美华	邵启祥	司传平	
副主编	(以姓氏笔画为序)			
	米亚英	李风云	何群立	张青晓
	张荣波	孟 明	董 群	
编 者	(以姓氏笔画为序)			
	王胜军	冯永堂	司传平	米亚英
	李风云	何群立	张青晓	张荣波
	邵启祥	孟 明	姜凤良	胡雪梅
	高美华	董 群		

图书在版编目(CIP)数据

医学免疫学/高美华,邵启祥,司传平编著. —2版. 北京:人民军医出版社,2003.8

全国医学成人高等教育专科教材

ISBN 7-80157-878-3

I. 医… II. ①高…②邵…③司… III. 医药学:免疫学—成人教育:高等教育—教材
IV. R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 031913 号

主 编:高美华 邵启祥 司传平

出 版 人:齐学进

策划编辑:秦素利等

加工编辑:杨骏翼

版式设计:赫英华

封面设计:吴朝洪

出 版 者:人民军医出版社

(地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号,邮编:100842,电话:(010)66882586、51927252

传真:68222916,网址:www.pmmmp.com.cn)

印 刷 者:三河市印务有限公司

装 订 者:春园装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所发行

版 次:2003 年 8 月第 2 版,2003 年 8 月第 9 次印刷

开 本:787×1092mm 1/16

印 张:12.50

字 数:292 千字

印 数:42101~47100

定 价:23.00 元

(凡属质量问题请与本社联系,电话:(010)51927289,51927290)

全国医学成人高等教育专科教材(第2版)

编审委员会名单

主任委员 程天民 马建中

常务副主任委员 高体健 齐学进

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王庸晋	孔祥玉	孔繁元	叶向前	刘文弟
刘爱国	安 劬	许化溪	孙 红	孙宝利
李白均	李光华	李佃贵	李治淮	李铨万
李朝品	杨昌辉	张 力	陈常兴	范振华
赵富玺	胡怀明	闻宏山	姚 磊	顾永莉
殷进功	高广志	高永瑞	常兴哲	

常

委 (以姓氏笔画为序)

王伟光	王丽莎	王培华	庄 平	刘仁树
安丰生	李永生	李彦瑞	杨 玲	汪初球
张小清	张荣波	陈忠义	周 平	周大现
柳明珠	姚炎煌	雷贞武		

委

员 (以姓氏笔画为序)

马洪林	马槐舟	王南南	王德启	丰慧根
石增立	成俊祥	乔汉臣	刘雪立	刘湘斌
刘新民	许文燮	孙宝利	孙新华	李贺敏
杨文亮	杨天聪	杨佑成	苏长海	宋建国
张忠元	张信江	陈兴保	陈继红	和瑞芝
金东虎	金东洙	金顺吉	赵富玺	胡永华
胡怀明	郝瑞生	倪衡建	高美华	郭学鹏
郭新民	席鸿钧	唐 军	谢吉民	潘祥林
魏 武				

**

**

**

**

总策划编辑 齐学进 陈琪福 姚 磊

编辑办公室 姚 磊 杨磊石 丁金玉

秦素利 张 峥

全国医学成人高等教育专科教材(第2版)

学科与第一主编名单

- | | |
|--------------|-----|
| 1. 《医用化学》 | 谢吉民 |
| 2. 《医学遗传学》 | 丰慧根 |
| 3. 《系统解剖学》 | 金东洙 |
| 4. 《局部解剖学》 | 杨文亮 |
| 5. 《组织胚胎学》 | 孙宝利 |
| 6. 《生物化学》 | 郭新民 |
| 7. 《生理学》 | 许文燮 |
| 8. 《病理学》 | 和瑞芝 |
| 9. 《病理生理学》 | 石增立 |
| 10. 《药理学》 | 宋建国 |
| 11. 《医学微生物学》 | 赵富玺 |
| 12. 《医学免疫学》 | 高美华 |
| 13. 《人体寄生虫学》 | 陈兴保 |
| 14. 《预防医学》 | 胡怀明 |
| 15. 《医学统计学》 | 唐 军 |
| 16. 《诊断学》 | 潘祥林 |
| 17. 《内科学》 | 王庸晋 |
| 18. 《外科学》 | 席鸿钧 |
| 19. 《妇产科学》 | 雷贞武 |
| 20. 《儿科学》 | 郭学鹏 |
| 21. 《传染病学》 | 乔汉臣 |
| 22. 《眼科学》 | 李贺敏 |
| 23. 《耳鼻咽喉科学》 | 金顺吉 |
| 24. 《口腔科学》 | 杨佑成 |
| 25. 《皮肤性病学》 | 张信江 |
| 26. 《神经病学》 | 苏长海 |

- | | |
|-----------------|-----|
| 27. 《精神病学》 | 成俊祥 |
| 28. 《急诊医学》 | 魏 武 |
| 29. 《影像诊断学》 | 金东虎 |
| 30. 《中医学》 | 李佃贵 |
| 31. 《护理学概论》 | 陈继红 |
| 32. 《医学心理学》 | 刘新民 |
| 33. 《医学伦理学》 | 张忠元 |
| 34. 《医学文献检索与利用》 | 常兴哲 |
| 35. 《医学论文写作》 | 刘雪立 |
| 36. 《卫生法学概论》 | 李彦瑞 |

第2版前言

医学免疫学既是生命科学的前沿学科,又是紧密联系实际的应用学科。近年来随着分子生物学及分子遗传学的迅速发展以及重组技术的广泛应用,使分子免疫学知识更加日新月异。不仅对免疫应答过程中抗原的呈递、识别,免疫细胞间信号的传递、细胞凋亡的分子机制已明确,而且对病理状态下机体的免疫异常性疾病的发病机制也已阐明。高新的免疫学检测技术为临床疾病的诊断提供了方便,基因重组细胞因子及单克隆抗体的问世为疾病的治疗展现出广阔的应用前景。

我们编写本教材的目的是站在新世纪的高度为培养新世纪的实用型人才服务。全书共20章,从基因、分子、细胞、器官水平分别讲述了免疫应答的物质基础、免疫应答过程、免疫应答的作用、免疫应答异常与疾病以及免疫学在临床医学和科研领域中的应用。

本书力求简明、实用、新颖并富有科学性,虽然本版教材在结构体系方面有所改进,内容有所更新,力求使教材更适应成人高等教育的需要,但效果如何尚待实践检验,恳请广大师生提出宝贵意见,以便于今后修订,使之日臻完善。

高美华

目 录

第1章 绪论	(1)
第一节 免疫学概述	(1)
一、免疫的概念	(1)
二、免疫的功能	(1)
三、免疫应答的类型及作用	(1)
第二节 免疫学发展简史	(3)
一、经验免疫学时期(16~17 世纪)	(4)
二、经典免疫学时期(18~20 世纪中叶)	(4)
三、近代免疫学时期(20 世纪中叶~60 年代)	(5)
四、现代免疫学时期(20 世纪 60 年代至今)	(6)
第三节 免疫学在医学中的地位和作用	(10)
一、免疫学在预防医学中的地位及作用	(10)
二、免疫学在临床医学中的地位及作用	(10)
三、免疫学在医学研究领域中的应用	(10)
第2章 免疫器官	(12)
第一节 中枢免疫器官	(12)
一、胸腺	(12)
二、骨髓	(14)
第二节 外周免疫器官	(16)
一、淋巴结	(16)
二、脾	(17)
三、黏膜相关淋巴组织	(19)
第3章 免疫细胞	(21)
第一节 造血干细胞	(21)
第二节 淋巴细胞	(22)
一、T 淋巴细胞	(22)
二、B 淋巴细胞	(27)
三、自然杀伤细胞	(29)
四、抗原呈递细胞	(30)
第4章 免疫球蛋白	(34)
第一节 免疫球蛋白的结构	(34)
一、基本结构	(34)

二、J 链和分泌片	(35)
三、免疫球蛋白的水解片段	(36)
四、免疫球蛋白的功能区	(36)
第二节 免疫球蛋白的异质性	(38)
一、免疫球蛋白的类型	(38)
二、免疫球蛋白的血清型	(38)
第三节 免疫球蛋白的功能	(39)
一、特异性结合抗原	(39)
二、激活补体	(39)
三、结合细胞表面 Fc 受体	(39)
四、穿过胎盘和黏膜	(40)
第四节 五类免疫球蛋白的生物学特性	(40)
一、IgG	(40)
二、IgM	(40)
三、IgA	(41)
四、IgD	(41)
五、IgE	(42)
第五节 抗体的制备	(42)
一、多克隆抗体	(42)
二、单克隆抗体	(42)
三、基因工程抗体	(42)
第 5 章 补体系统	(45)
第一节 补体系统的组成和理化性质	(45)
一、补体的命名与组成	(45)
二、补体的理化性质	(45)
三、补体的来源与代谢	(46)
第二节 补体的活化途径	(47)
一、经典活化途径	(47)
二、旁路活化途径	(48)
三、两条活化途径的比较	(50)
四、补体活化的调控	(51)
第三节 补体的生物学功能	(52)
第 6 章 细胞因子	(55)
第一节 细胞因子的概述	(55)
一、细胞因子的概念	(55)
二、细胞因子的共同特征	(55)
第二节 细胞因子的分类和生物学活性	(56)
一、细胞因子的分类	(56)
二、细胞因子的生物学活性	(57)

第三节 细胞因子受体家族	(59)
第四节 细胞因子的临床意义	(60)
一、细胞因子与疾病	(60)
二、细胞因子与治疗	(60)
第7章 白细胞分化抗原和黏附分子	(62)
第一节 白细胞分化抗原和黏附分子的概念	(62)
第二节 常见的 CD 分子	(62)
一、与 T 细胞抗原识别、黏附、活化有关的 CD 分子	(62)
二、与 B 细胞识别、黏附、活化有关的 CD 分子	(64)
三、免疫球蛋白 Fc 受体	(66)
第三节 黏附分子	(68)
一、整合素家族	(68)
二、免疫球蛋白超家族	(68)
三、选择素家族	(69)
四、钙黏蛋白家族	(70)
五、黏附分子的功能	(70)
第8章 主要组织相容性复合体	(72)
第一节 人类主要组织相容性复合体	(72)
一、HLA 复合体结构特征	(72)
二、HLA 复合体遗传特征	(75)
第二节 人类主要组织相容性抗原的结构和功能	(76)
一、HLA 抗原的分子结构	(76)
二、HLA 抗原的表达及其调控	(77)
第三节 HLA 与医学的关系	(79)
第9章 抗原	(81)
第一节 抗原的概念和基本属性	(81)
第二节 抗原免疫原性的决定因素	(81)
一、异物性	(81)
二、抗原分子的理化特性	(81)
三、宿主的应答能力	(82)
四、免疫方法的影响	(82)
第三节 抗原的特异性与交叉反应性	(82)
一、抗原的特异性	(82)
二、共同抗原与交叉反应	(83)
第四节 抗原的分类	(84)
一、根据抗原来源及与机体的亲缘关系分类	(84)
二、根据抗体生成是否依赖 T 细胞协助进行分类	(84)
三、其他抗原分类方法	(85)
第五节 医学上重要的抗原物质	(85)

一、病原微生物	(85)
二、细菌的外毒素和类毒素	(85)
三、动物免疫血清	(85)
四、异嗜性抗原	(85)
五、同种异型抗原	(86)
六、自身抗原	(86)
七、肿瘤抗原	(87)
八、超抗原	(87)
第六节 佐剂	(88)
第10章 免疫应答	(89)
第一节 概述	(89)
一、免疫应答的类型	(89)
二、免疫应答的基本过程	(89)
第二节 抗原呈递细胞对抗原的吞噬、处理和呈递	(90)
一、内源性抗原呈递途径	(90)
二、外源性抗原呈递途径	(91)
三、其他呈递途径	(92)
第三节 T 细胞介导的免疫应答	(92)
一、T 细胞对抗原的识别	(92)
二、T 细胞活化的信号及其转导	(92)
三、T 细胞免疫应答效应	(94)
第四节 B 细胞介导的免疫应答	(96)
一、B 细胞对抗原的识别	(96)
二、B 细胞的活化信号转导和增殖、分化	(97)
三、Th 细胞对 B 细胞应答的辅助作用	(97)
四、抗体产生的一般规律及其效应	(98)
第五节 黏膜免疫应答	(99)
一、黏膜免疫系统的组成	(99)
二、黏膜免疫应答机制	(100)
第11章 免疫耐受	(101)
第一节 免疫耐受概述	(101)
一、免疫耐受概念	(101)
二、免疫耐受现象的发现	(101)
三、免疫耐受形成的条件	(103)
第二节 免疫耐受的发生机制	(103)
第三节 免疫耐受基础和临床研究及其意义	(105)
一、免疫耐受的建立	(105)
二、免疫耐受的打破	(106)
第12章 免疫调节	(108)

第一节 免疫应答的遗传控制	(108)
第二节 分子水平的免疫调节	(109)
一、可溶性免疫分子的调节作用	(109)
二、免疫细胞表面膜分子的调节作用	(110)
第三节 免疫细胞的调节作用	(112)
一、T 细胞的免疫调节作用	(112)
二、B 细胞的免疫调节作用	(113)
三、巨噬细胞的免疫调节作用	(113)
四、NK 细胞的免疫调节作用	(113)
第四节 独特型网络的免疫调节作用	(113)
第五节 神经-内分泌-免疫网络的调节	(114)
一、神经-内分泌-免疫网络构成的物质基础	(115)
二、神经、内分泌系统对机体免疫功能的调节	(116)
三、免疫系统对神经、内分泌系统功能的调节	(116)
第 13 章 抗感染免疫	(118)
第一节 非特异性抗感染免疫	(118)
一、屏障结构	(118)
二、重要的非特异免疫细胞	(119)
三、抗菌物质	(120)
第二节 特异性抗感染免疫	(121)
一、特异性抗细菌免疫	(121)
二、特异性抗病毒免疫	(122)
三、特异性抗真菌免疫	(122)
四、特异性抗寄生虫免疫	(122)
第 14 章 超敏反应	(124)
第一节 I 型超敏反应	(124)
一、发病机制	(124)
二、临床常见的 I 型超敏反应性疾病	(126)
三、I 型超敏反应防治原则	(127)
第二节 II 型超敏反应	(128)
一、II 型超敏反应的发生机制	(128)
二、临床常见的 II 型超敏反应性疾病	(129)
第三节 III 型超敏反应	(129)
一、发生机制	(129)
二、临床常见的 III 型超敏反应性疾病	(131)
第四节 IV 型超敏反应	(132)
一、IV 型超敏反应的发生机制	(132)
二、临床常见的 IV 型超敏反应性疾病	(133)
第 15 章 自身免疫病	(135)

第一节 概述	(135)
第二节 自身免疫病的诱因及发生机制	(136)
一、自身抗原的形成	(136)
二、存在交叉抗原	(137)
三、免疫调节异常	(137)
四、遗传因素	(138)
五、其他因素	(138)
第三节 临床常见自身免疫病及损伤机制	(138)
第四节 自身免疫病的治疗原则	(139)
一、抗炎治疗	(139)
二、免疫抑制疗法	(139)
三、对症治疗	(140)
第16章 免疫缺陷病	(141)
第一节 免疫缺陷病的一般特性	(141)
一、易感染	(141)
二、易发生恶性肿瘤和自身免疫病	(141)
第二节 原发性免疫缺陷病	(142)
一、特异性免疫缺陷	(142)
二、非特异性免疫缺陷	(143)
第三节 继发性免疫缺陷病	(145)
一、引起继发性免疫缺陷的因素	(145)
二、继发性免疫缺陷病——艾滋病(AIDS)	(145)
第17章 移植免疫	(150)
第一节 移植的类型	(150)
第二节 移植排斥反应的机制	(151)
一、移植排斥的遗传学基础	(151)
二、细胞免疫在移植排斥中的作用	(151)
三、体液免疫在移植排斥中的作用	(152)
第三节 移植排斥反应的类型	(152)
一、宿主抗移植反应	(152)
二、移植反应抗宿主反应	(153)
第四节 移植排斥的防治	(153)
一、HLA 配型	(154)
二、免疫抑制	(154)
三、移植耐受的诱导	(155)
第18章 肿瘤免疫	(157)
第一节 肿瘤抗原	(157)
一、根据肿瘤抗原特异性的分类法	(157)
二、根据肿瘤诱发和发生情况的分类法	(158)

第二节 机体抗肿瘤免疫机制	(160)
一、体液免疫机制	(160)
二、细胞免疫机制	(161)
第三节 肿瘤的免疫逃逸机制	(162)
一、与肿瘤细胞有关的因素	(162)
二、与宿主免疫系统有关的因素	(163)
第四节 肿瘤的免疫诊断与治疗	(164)
一、肿瘤的免疫学诊断	(164)
二、肿瘤的免疫治疗	(165)
第 19 章 免疫学检测	(168)
第一节 抗原或抗体的检测	(168)
一、抗原抗体结合反应的特点	(168)
二、抗原抗体反应的基本类型	(169)
第二节 细胞免疫功能检测	(174)
一、细胞免疫的体外检测法	(174)
二、细胞免疫的体内检测法	(175)
三、细胞因子的检测法	(176)
第三节 免疫分子生物学技术	(176)
第 20 章 免疫预防与免疫治疗	(178)
第一节 免疫预防	(178)
一、人工自动免疫的概念	(178)
二、人工自动免疫常用的生物制品	(179)
三、应用人工自动免疫注意事项	(180)
第二节 免疫治疗	(181)
一、人工被动免疫	(181)
二、过继免疫	(181)
三、免疫增强剂	(181)
四、免疫抑制剂	(183)
附录 白细胞介素	(185)

第1章 绪 论

近年来由于分子生物学技术的不断发展和完善,免疫学出现了突飞猛进的进展,免疫学的理论已渗透到临床及基础各个学科,如免疫药理学、免疫遗传学、免疫病理学、生殖免疫学、肿瘤免疫学、移植免疫学等。目前应用免疫学的原理揭示了许多过去认为病因不明的疾病,利用高度敏感特异的免疫学方法为疾病的诊断和防治提供了新的手段,使疾病的诊断模式、方法及策略进一步更新。因此,医学免疫学对医学生来讲是一门非常重要的临床基础学科。

第一节 免疫学概述

一、免疫的概念

免疫(immune)最初是由拉丁文 *Immunis* 衍化而来,其原始的含义是“免除疫情”、“免除感染”的意思。现代免疫的概念是指机体免疫系统识别、中和并清除外来的病原体和毒素以及内环境中因基因突变产生的肿瘤细胞,以实现免疫防卫及自身稳定功能。

二、免疫的功能

免疫系统主宰机体的免疫功能,它是由免疫器官、免疫细胞、免疫分子组成的。免疫系统具有精确的识别性能,担负着免疫防御、免疫监视及免疫自稳功能,正常的免疫功能对机体是有利的,对非己抗原如病原微生物、细菌毒素、自身衰老死亡细胞、肿瘤细胞等产生排异反应,对机体有免疫保护作用;而异常的免疫功能可造成机体组织损伤或者是生理功能紊乱,导致过敏反应、自身免疫病及免疫缺陷病等。简言之,机体免疫系统“排异保己”为正常,“排己保异”为异常。免疫功能正常对机体有利,异常对机体有害(表 1-1)。

表 1-1 免疫功能与表现

功 能	表 现	
	正 常	异 常
免疫防御	清除病原微生物及毒素	过敏反应、免疫缺陷
免疫监视	清除突变的肿瘤细胞	易发生肿瘤
免疫自稳	清除自身衰老细胞	自身免疫病

三、免疫应答的类型及作用

在体内有两种免疫应答类型,一种是遇病原体后,首先起防卫作用的,作用无特异性的免疫应答,称为固有性免疫应答(innate immune response)。执行固有免疫功能的有皮肤、黏膜的物理阻挡作用及局部细胞分泌的抑菌、杀菌物质的化学作用;有吞噬细胞的吞噬病原体作

用;自然杀伤细胞(natural killer,NK)细胞对病毒感染细胞及肿瘤细胞的杀伤作用,另外血液和体液中存在抗菌分子,如补体(complement)、溶菌酶,可以非特异性地溶解细菌。固有免疫在感染早期(数分钟至96h内)执行重要防卫功能。

另一种是适应性免疫应答(adaptive immune response),其执行者是T及B淋巴细胞。T及B淋巴细胞识别病原体后被活化,成为效应细胞(效应T细胞或者浆细胞),通过产生抗体或细胞因子发挥杀伤抗原异物的作用。适应性免疫应答是继固有性免疫应答之后发挥效应的,在最终清除病原体、促进疾病治愈及防止再感染中起主导作用(图1-1)。

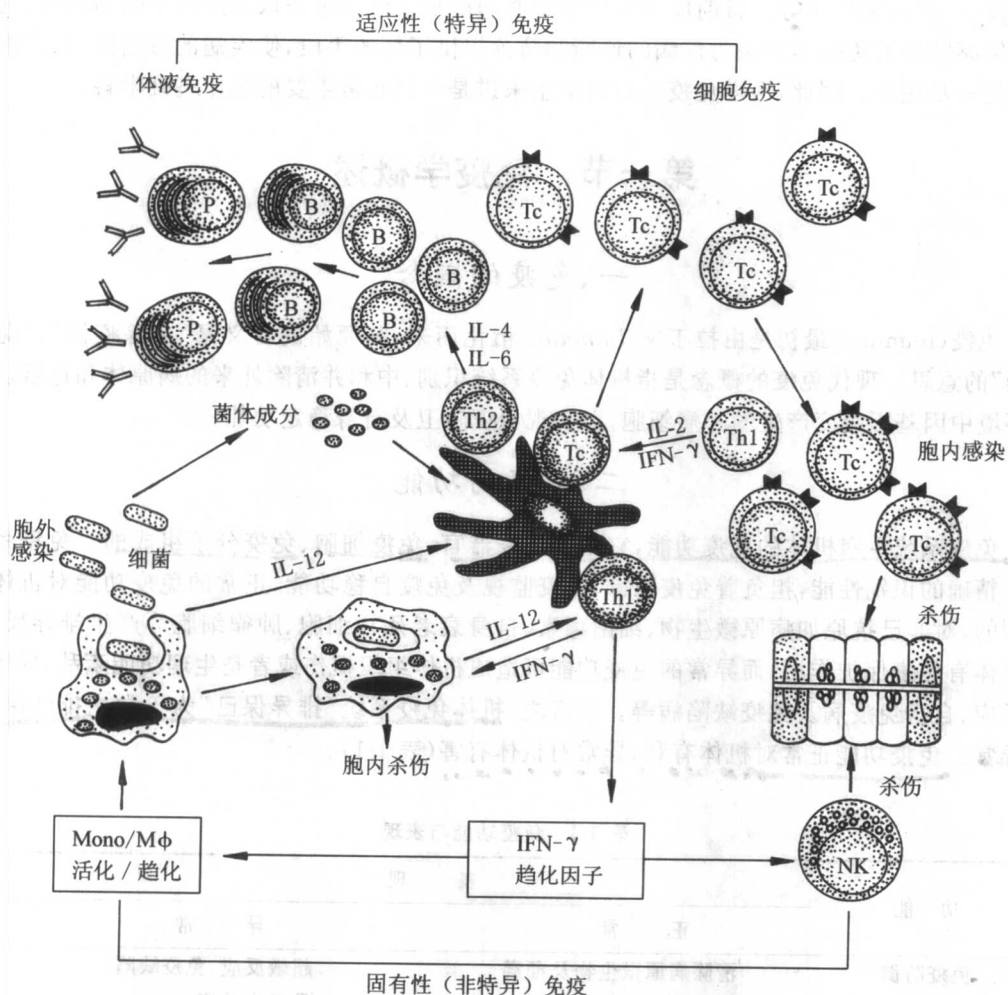


图 1-1 固有性免疫与适应性免疫的关系及相互作用

(一)固有性免疫应答

当病原体如细菌、真菌、病毒等穿越皮肤、黏膜,入侵体内,免疫系统中的吞噬细胞即刻浸润至病原体入侵处,迅速吞噬并清除病原体。NK 细胞对肿瘤细胞及病原体感染细胞进行识别杀伤作用。吞噬细胞及 NK 细胞的免疫特点是:识别病原体无特异性,识别后数分钟及数小时内执行效应功能,在执行功能后,不产生免疫记忆,再遇病原体后吞噬杀伤功能并不增强。

这类免疫被称为固有性免疫。吞噬细胞与 NK 细胞对病原体的作用无选择性,故又称为非特异性免疫(non-specific immunity)。固有性免疫的特点是:生来就有,作用无针对性,在感染早期发挥作用。

(二)适应性免疫应答

如在感染早期,病原体未能完全被清除,巨噬细胞可将加工处理后的抗原异物传递给 T 及 B 细胞,诱导 T 及 B 细胞活化、增殖、分化,发挥特异性免疫应答。故在时相上,固有性免疫应答在先,适应性免疫应答在后。适应性免疫应答可分为三个阶段即:识别阶段、活化阶段、效应阶段。

1. 识别阶段 T 及 B 细胞对抗原的识别。抗原是指能够刺激机体免疫系统产生免疫应答的物质,包括多肽、多糖等小分子,其化学成分不同于自身正常组织,故能够被 T 及 B 细胞所识别。T 及 B 细胞表面表达的抗原识别受体(TCR 或 BCR)识别抗原。一个 T 或 B 细胞只表达一种 TCR 或 BCR,只能特异地识别并结合一种抗原分子,所以,T 及 B 细胞对抗原的识别具有高度特异性,而在体内有数以万计种不同的 T 及 B 细胞群,可以识别各种各样的抗原分子。T 及 B 细胞与抗原结合后即开始活化。

2. 活化阶段 B 细胞表达的 BCR 可直接识别并特异结合抗原分子(蛋白质、小分子肽、多糖),在 B 细胞生长因子的协同下,B 细胞开始增殖分化。T 细胞表达的 TCR 仅能识别小分子抗原肽,故对大分子蛋白质性抗原必须经抗原呈递细胞(antigen presenting cells, APC)处理,降解为小分子多肽,并与 APC 细胞的主要组织相容性复合体分子(major histocompatibility complex molecules, MHC 分子)相结合后,转运至 APC 表面,才能被 TCR 识别,产生活化的第一信号。T 细胞活化需要双信号,第二信号是活化的 APC B7 分子与 T 细胞的 CD28 分子相互作用而介导的。在双信号具备的情况下,在细胞生长因子(IL-2、IL-4、IL-6、IFN- γ)的协同下,淋巴细胞即增殖分化,生成效应细胞。

3. 效应阶段 B 细胞分化为浆细胞,分泌抗体,执行体液免疫功能。T 细胞转化为效应 T 细胞,其效应是杀伤抗原靶细胞,如病毒感染细胞、肿瘤细胞。

在 T 及 B 细胞进行克隆扩增后,有一部分细胞分化为记忆细胞,它们不直接执行效应功能,而是再次与相同抗原相遇后,迅速活化增殖分化为效应细胞,执行高效而持久的再次免疫应答。适应性免疫应答的特点是后天获得的,作用具有高度特异性,在感染后期发挥作用,故称为特异性免疫应答。

第二节 免疫学发展简史

免疫学是研究宿主免疫系统识别并消除有害生物及其成分(体外入侵,体内产生)的应答过程及机制的科学。免疫学是人类在与传染病斗争过程中发展起来的。从中国人接种“人痘”预防天花的正式记载算起,及其后的 Jenner 接种牛痘苗,预防天花,直至今日,免疫学的发展已有三个半世纪。前后走过经验免疫学时期、经典免疫学时期、科学免疫学时期及现代免疫学时期。在后两个时期中,随着科学的发展,免疫学经历四个迅速发展阶段,即:①1876 年后,多种病原菌被发现,用已灭活及减毒的病原体制成疫苗,预防多种传染病,从而疫苗得以广泛发展和使用;②1900 年前后,抗原(Ag)与抗体(Ab)的发现,揭示出“抗原诱导特异抗体产生”这一免疫学的根本问题,促进了免疫化学的发展及 Ab 的临床应用;③1957 年后,细胞免疫学的