

高等医药院校教材

● 供临床医学等各专业用 ●

医学免疫学

第2版

主 编 刘永琦 谢小冬



人民卫生出版社

医学免疫学

第2版

策划编辑 窦天舒
责任编辑 李常乐
 窦天舒
封面设计 郭 森
版式设计 何美玲
责任校对 吴小翠

ISBN 978-7-117-12648-9



9 787117 126489 >

定 价：42.00 元

人民卫生出版社网站：

门户网：www.pmph.com 出版物查询、网上书店

卫人网：www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

高等医药院校教材

供临床医学等各专业用

医学免疫学

第2版

主 编 刘永琦 谢小冬

副主编 张月梅 胜 利

编 委 (以姓氏笔画为序)

马兴铭 田维毅 刘永琦 李荣科 何建成

张月梅 胜 利 陶秋月 姬可平 谢小冬

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

医学免疫学/刘永琦等主编. —2版. —北京:
人民卫生出版社, 2010. 4
ISBN 978-7-117-12648-9

I. ①医… II. ①刘… III. ①医药学:免疫学-医学
院校-教材 IV. ①R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 024023 号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

医学免疫学 第 2 版

主 编: 刘永琦 谢小冬
出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)
地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号
邮 编: 100021
E-mail: pmph@pmph.com
购书热线: 010-67605754 010-65264830
印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂
经 销: 新华书店
开 本: 787×1092 1/16 印张: 23
字 数: 589 千字
版 次: 2005 年 11 月第 1 版 2010 年 4 月第 2 版第 2 次印刷
标准书号: ISBN 978-7-117-12648-9/R·12649
定 价: 42.00 元
打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com
(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

第2版前言

医学免疫学是研究人体免疫系统基本结构、生理功能及其规律的学科,是基础医学课程和医学研究的重要组成部分,其发展极为迅速。尤其是近30年分子生物学、系统生物学的兴起、发展,细胞生物学、分子遗传学、病理生理学等相关学科的渗透,以及免疫学领域中许多重大突破性的发现,促使了现代免疫学形成了许多分支学科和交叉学科。开拓了人类对机体生理规律和病理机制的认识,促进了整个生命科学的发展,进而也确立了免疫学成为生命科学的前沿学科之一。21世纪伊始,越来越多生物体基因组的揭示又成为免疫学发展的新动力。后基因组时代进一步促进了“反向免疫学”的发展。

理论与应用的紧密联系是免疫学基本特性之一。免疫学的应用,为预防和治疗人类疾病做出了卓越的贡献。现代免疫学与各生命学科的渗透、交叉以及现代应用免疫学的发展,开创了更多更有效的免疫生物疗法,为提高人类健康水平,防病治病提供了更多的途径。在20世纪后期,中医药免疫学作为一门独立学科兴起并得到迅速发展。中医学理论体系的主要内容与现代免疫学具有密切关系,中医药通过调整机体免疫功能,在治疗疾病方面有其自身的特点和优势。中医药免疫学的研究不仅可促进中医药的现代化研究,同时也将大大丰富免疫学的研究内容,并可能成为中西医结合研究的重要桥梁学科之一。

第2版《医学免疫学》的编写在继续延续第1版中力求体现免疫学学科的“三基、五性”的内容,强化前沿而又必要的临床免疫学内容,设列相关中医药免疫学内容的基础上,特别在以下三方面进行了改进:一是篇章设置的调整:将原“免疫学基础”、“临床免疫学”两篇,根据知识的模块化调整为“医学免疫学概述”、“免疫分子与免疫细胞”、“免疫应答与免疫调节”、“免疫病理”及“免疫学应用”五篇,有利于学生对免疫学知识由章节具体内容到篇的模块化认知再到整个学科的系统化理解。二是内容的重新整合与取舍:进一步精简教材篇幅,教材贵于精,强化教材内容的条理性;根据近年来免疫学研究的重要进展,更新内容,特别是整合了近年来在固有免疫反应系统及其应答、T淋巴细胞中新的功能亚群、免疫调节等方面的新的研究成果和认识;从章节上删除第1版“细胞凋亡与免疫”,部分内容与其他章节整合。三是更新了章节编写体例,为了有利于同学们预习,在每章前增加“内容概要”;为了增强学生应用英文阅读免疫学外文文献的能力,在每章末尾增加“英文提要(ABSTRACTS)”内容;在正文中对部分难点内容以插入文本框形式,对其加以注解,或增列一些相关研究进展以拓展对相关内容的理解。

本书既可作为医药高等院校各本科专业学生、研究生学习选用教材,又可作为医学研究工作者、临床医师的参考资料。

免疫学是一门日新月异发展的学科,新成果、新理论层出不穷、不断涌现,因而本书相关内容也应随着科学研究的发展而进一步更新与完善。由于编者学识水平、编写时间等限制,书中难免有遗漏、不足或错误之处,敬请同道批评指正。

编 者

2010年1月

第1版前言

医学免疫学是研究人体免疫系统基本结构、生理功能及其规律的学科,是基础医学课程和医学研究的重要组成部分,其发展极为迅速。尤其是近30年分子生物学的兴起、发展,细胞生物学、分子遗传学、病理生理学等相关学科的渗透,以及免疫学领域中许多重大突破性的发现,促使了现代免疫学形成了许多分支学科和交叉学科。开拓了人类对机体生理规律和病理机制的认识,促进了整个生命科学的发展,进而也确立了免疫学成为生命科学的前沿学科之一。21世纪伊始,越来越多生物体基因组的揭示又成为免疫学发展的新动力。后基因组时代促进了“反向免疫学”的发展,体内免疫应答将成为重点,免疫学也将为基因功能揭示做出新的贡献。

理论与应用的紧密联系是免疫学基本特性之一。免疫学的应用,为预防和治疗人类疾病做出了卓越的贡献。现代免疫学与各生命学科的渗透、交叉以及现代应用免疫学的发展,开创了更多更有效的免疫生物疗法,为提高人类健康水平,防病治病提供了更多的途径。在20世纪后期,中医药免疫学作为一门独立学科兴起并得到迅速发展。中医学理论体系的主要内容与现代免疫学具有密切关系,中医药通过调整机体免疫功能,在治疗疾病方面有其自身的特点和优势。中医药免疫学的研究不仅可促进中医药的现代化研究,同时也将大大丰富免疫学的研究内容,并可能成为中西医结合研究的重要桥梁学科之一。

基于编者多年的研究、教学经验以及免疫学的发展,本书在力求体现了免疫学学科的三基(基本理论、基本知识、基本技能)和五性(思想性、科学性、启发性、先进性、应用性)的基础上,特别在以下两方面进行了改进:首先,在尽量控制篇幅的同时,增加了部分前沿的、必要的临床免疫学内容,以实现免疫学基础与临床知识互补的效应,加深学生及临床工作者对疾病发生发展过程中免疫发病机制的认识,促进理论与实践的结合。第二,中西医结合研究是现代生命科学研究的重要内容之一,中西医结合教育也是中医学教育的基本趋势,但现有教材对此很少讨论,也尚未见出版相应中西医结合教育的基础课程教材。而中医药免疫学已成为中西医结合研究的重要桥梁学科之一,故本书特别增加了相关中医药免疫学内容,以期对学生及相关研究工作者的中西医结合学习和研究有所补益。

本书既可作为医药高等院校各专业本、专科学生以及硕士研究生必修课程或选修课程教材,又可作为相关研究工作者及临床医师参考资料。

本书是由甘肃中医学院、兰州大学基础医学院、遵义医学院、上海中医药大学等高等医学

院校以及兰州大学第一附属医院、中国人民解放军第一医院等临床教学医院的免疫学专业教师及相关研究人员共同编写而成。另外,王强、程小丽、颜春鲁、苏韞等老师及硕士研究生张毅、陈珺明等参与了文字的校正,在此表示衷心的感谢。

免疫学是一门日新月异发展的学科,新成果、新理论层出不穷、不断涌现,因而本书相关内容也应随着科学研究的发展而进一步更新与完善。由于编者学识水平、教学经验、编写时间等限制,书中难免有遗漏、不足或错误之处,敬请同道批评指正。

编 者

2005年8月

目 录

第一篇 医学免疫学概述

第一章 医学免疫学绪论	1
第一节 免疫学简介.....	2
第二节 免疫学的发展.....	6
第三节 免疫学在生命科学和医学中的重要地位	13
第二章 免疫器官与组织	20
第一节 中枢免疫组织与器官	21
第二节 外周免疫组织与器官	26
第三节 淋巴细胞归巢与再循环	29
第四节 中医藏象与免疫系统	30
第三章 抗原	33
第一节 抗原的免疫原性与特异性	33
第二节 抗原的种类	36
第三节 非特异性免疫刺激剂	38

第二篇 免疫分子与免疫细胞

第四章 免疫球蛋白	41
第一节 免疫球蛋白的结构	42
第二节 免疫球蛋白的异质性	44
第三节 免疫球蛋白的生物学特性	45
第四节 人工制备抗体	48
第五章 补体系统	53
第一节 概述	53
第二节 补体系统的激活途径	54
第三节 补体活化的调控	58
第四节 补体的生物学活性	60
第五节 补体系统异常与疾病	61
第六章 细胞因子	64
第一节 概述	64

第二节 细胞因子的生物学作用	68
第三节 细胞因子的临床意义	70
第七章 白细胞分化抗原与黏附分子	72
第一节 白细胞分化抗原	72
第二节 黏附分子	73
第三节 CD分子和黏附分子及其单克隆抗体的临床意义	78
第八章 主要组织相容性复合体及编码分子	80
第一节 HLA结构与特性	80
第二节 HLA复合体的遗传特点	83
第三节 MHC的生物学功能	85
第四节 HLA与临床医学	86
第九章 淋巴细胞	90
第一节 T淋巴细胞	91
第二节 B淋巴细胞	99
第三节 自然杀伤细胞	105
第十章 抗原提呈细胞与抗原加工提呈作用	107
第一节 抗原提呈细胞	108
第二节 抗原处理与提呈	111
第三篇 免疫应答与免疫调节	
第十一章 固有免疫反应系统及其应答	115
第一节 生理屏障	116
第二节 固有免疫的效应细胞	117
第三节 固有免疫的效应分子	119
第四节 固有免疫的识别及免疫效应	120
第五节 固有免疫的作用时相及应答特点	126
第十二章 T细胞介导的细胞免疫应答	130
第一节 适应性免疫应答的概述	130
第二节 T细胞对抗原的识别	131
第三节 T细胞的活化、增殖和分化	132
第四节 T细胞的免疫效应	136
第十三章 B细胞介导的体液免疫应答	140
第一节 B细胞对TI抗原的免疫应答	140
第二节 B细胞对TD抗原的免疫应答	141

第三节	适应性免疫应答的类型与后果	144
第十四章	免疫耐受	148
第一节	免疫耐受的形成及表现	149
第二节	免疫耐受形成的机制	151
第三节	免疫耐受的临床意义	154
第十五章	免疫调节机制与中医药学的整体调节	157
第一节	概述	157
第二节	固有免疫应答的调节	159
第三节	抑制性受体介导的免疫调节	161
第四节	调节性 T 细胞的免疫调节	164
第五节	抗独特型淋巴细胞克隆的免疫调节	166
第六节	其他形式的免疫调节	167
第七节	中医药的免疫调节	170
第八节	针灸与免疫调节	172
第四篇 免疫病理		
第十六章	临床免疫性疾病概论	177
第一节	免疫病的病因病理	178
第二节	中西医对免疫性疾病的防治	181
第十七章	超敏反应	187
第一节	I 型超敏反应	188
第二节	II 型超敏反应	196
第三节	III 型超敏反应	198
第四节	IV 型超敏反应	200
第五节	各型超敏反应的特征与相互关系	202
第六节	超敏反应的中医药治疗	203
第十八章	免疫缺陷病	208
第一节	概述	208
第二节	原发性免疫缺陷病	209
第三节	获得性免疫缺陷病	212
第四节	免疫缺陷病的治疗原则	219
第十九章	自身免疫和自身免疫性疾病	220
第一节	概述	220
第二节	自身免疫病发生的相关因素	221
第三节	自身免疫性疾病的免疫损伤机制	225

第四节	自身免疫病的免疫学检测	227
第五节	自身免疫病的防治原则	229
第六节	临床常见的自身免疫病举例	231
第二十章	感染与免疫	238
第一节	概述	238
第二节	抗细菌感染的免疫	240
第三节	抗病毒感染的免疫	244
第四节	抗真菌免疫	249
第五节	临床常见的病原体感染与抗感染免疫机制	250
第二十一章	肿瘤与免疫	256
第一节	肿瘤抗原	257
第二节	机体对肿瘤的免疫应答	259
第三节	免疫监视与肿瘤的免疫逃逸	260
第四节	肿瘤免疫学检测	263
第五节	肿瘤的免疫治疗	265
第二十二章	移植与免疫	272
第一节	同种异体移植排斥反应的机制	272
第二节	同种异体移植排斥反应的类型	274
第三节	同种异体移植排斥的防治	277
第四节	异种移植与组织工程	281
第五节	造血干细胞移植	282
第二十三章	神经、内分泌系统与免疫	287
第一节	概述	287
第二节	神经、内分泌系统的免疫学特性	288
第三节	神经内分泌系统对免疫系统的影响	292
第五篇 免疫学应用		
第二十四章	免疫学检测	297
第一节	抗原或抗体的检测	298
第二节	免疫分子的常用检测方法	305
第三节	淋巴细胞的测定	307
第四节	细胞凋亡的测定	311
第五节	免疫学检测方法的应用	318
第二十五章	免疫预防	321
第一节	人工主动免疫	321

第二节 人工被动免疫.....	326
第二十六章 免疫治疗.....	328
第一节 分子治疗.....	328
第二节 细胞治疗.....	332
第三节 生物应答调节剂和免疫抑制剂.....	333
附录 I 细胞因子.....	337
附录 II 医学免疫学主要词汇英中文对照.....	340
附录 III 主要参考书目.....	355

第一篇 医学免疫学概述

第一章 医学免疫学绪论



内容概要

免疫学是在人类与传染病斗争过程中发展起来的,免疫学已成为当今生命科学的前沿学科和现代医学的支撑学科之一,人体由一个完善的免疫系统来执行免疫功能。免疫系统包括免疫器官、免疫细胞和免疫分子。机体的免疫功能有免疫防御、免疫监视和免疫自身稳定。免疫应答类型有固有免疫和适应性免疫。适应性免疫应答可分为识别、活化、增殖和效应三个阶段,具有特异性、耐受性和记忆性三个特点。

上世纪70年代后期,借助于分子生物学等各学科的发展,免疫学发展到了现代免疫学时期,在基因、分子、细胞、整体的不同层次上,研究免疫细胞生命活动基本规律的机制,使细胞活化、信号转导、细胞凋亡、细胞活动的生物活性调节分子、细胞分化发育等根本问题得以深入理解。

免疫应答对机体的影响具有双重性,异常免疫应答可导致各种免疫相关疾病。免疫诊断已成为临床各学科中诊断疾病的最重要的手段之一;通过接种疫苗,预防乃至消灭传染病是免疫学的一项重要任务,免疫生物治疗已成为临床治疗多种疾病的重要手段。

免疫学 (immunology)是在总结人类同传染病长期斗争的基础上诞生并发展起来的。目前已发展成为生命科学中的前沿学科及支柱学科之一,也是一门与医学生物学多学科广泛交叉、理论体系极为复杂的学科,推动着医学和生命科学的全面发展。在 20 世纪,有 18 次诺贝尔奖是基于免疫学研究的直接成就而获得的。

迄今,临床和基础医学各学科的理论及实践均直接或间接涉及免疫学。人们探讨各种病理和生理过程(如恶性肿瘤、免疫性疾病、器官移植、传染病、生殖控制、衰老)的机制,以及探索相应的临床干预手段,均有赖于免疫学理论与技术的发展。21 世纪伊始,越来越多生物体基因组的揭示又成为免疫学发展的新动力。后基因组时代促进了“反向免疫学”的发展,体内免疫应答将成为重点,免疫学也将为基因功能揭示作出新的贡献。理论与应用的紧密联系是免疫学发展的另一特色。免疫学的应用,为治疗和预防人类的疾病做出了卓越的贡献。

第一节 免疫学简介

一、免疫的概念与功能

1. 基本概念 人们早期注意到传染病患者愈后,对该病多具有不同程度的抵御能力(免疫力),即对“免疫”的认识是起源于人类对传染性疾病的抵抗力,故在相当长的一段时期内认为机体的“免疫”必然对机体有利。到 20 世纪初,人们发现了一些与抗感染无关的免疫现象,如注射异种动物血清引起的血清病;血型不符的输血引起的输血后溶血反应;某些食物、药物引起的过敏反应等。这些现象的发现促进了人们对免疫现象进行科学的分析。

目前认为**免疫 (immunity)**是指机体对“自己”和“异己”成分识别、应答过程中所产生的生物学效应的总和。在正常情况下是维持机体内环境稳定的一种生理性功能,即:机体识别非己抗原,对其产生免疫应答并清除之;而对自身组织抗原成分则不产生免疫应答,即维持免疫耐受。但在异常情况下也可导致某些免疫性病理过程的发生和发展。

2. 免疫功能 机体免疫系统通过对“自己”或“非己”物质的识别及应答,主要发挥如下三方面功能(表 1-1):

表 1-1 免疫的功能及其表现

免疫功能	正常表现(有利)	异常表现(有害)
免疫防御	抵抗病原体入侵,清除病原体及其毒素	超敏反应;免疫缺陷病
免疫自稳	清除自身衰老、损伤体细胞,维持自身耐受,进行免疫调节	自身免疫病
免疫监视	杀灭癌变细胞及控制持续性感染	肿瘤或持续性感染发生

(1)**免疫防御 (immunological defence)**:防止病原体的入侵和清除已入侵病原体和有害的生物性分子,防止感染的发生和发展。在异常情况下,此类功能也可能对机体产生不利影响,表现为:若应答过强或持续时间过长,则在清除致病微生物的同时,也可能导致组织损伤和功能异常,即发生超敏反应;若应答过低或缺如,可发生免疫缺陷病。

(2) **免疫自稳 (immune homeostasis)**: 机体免疫系统通过自身免疫耐受、免疫调节等机制借以实现免疫系统内环境的相对稳定性。同时,免疫系统与神经系统、内分泌系统一起构成了神经-内分泌-免疫网络,在调节整个机体内环境稳定中发挥重要作用。该机制若发生异常,可能使机体对“自己”或“非己”抗原的应答出现紊乱,从而导致自身免疫病的发生或整个机体内环境的紊乱。

(3) **免疫监视 (immunological surveillance)**: 可及时识别、清除体内突变、畸变或被病毒感染的细胞。若该功能发生异常,可能导致肿瘤的发生或持续的病毒感染。



免疫功能如同一把双刃剑,其对机体的影响具有双重性:正常情况下,免疫功能使机体内环境得以维持稳定,具有保护性作用;异常情况下,免疫功能可能导致某些病理过程的发生和发展。

学习过程中需贯彻:整体(系统)观、辩证思维、平衡宗旨

二、免疫系统的组成

免疫系统 (immune system) 虽无似神经系统解剖形态上的网络,却存在功能性网络。免疫系统是机体执行免疫应答及免疫功能的重要系统,一般认为,它是由免疫器官、免疫细胞、免疫分子及其相互作用而构成的**功能性网络系统**(表 1-2)。体内的免疫细胞通常处于静息状态,细胞必须被活化,经免疫应答过程,产生免疫效应细胞,释放免疫效应分子,才能执行免疫功能。

1. **免疫器官** 又称为淋巴器官,按其发生和功能不同,可分为中枢免疫器官和外周免疫器官,二者通过血液循环和淋巴循环相互联系。中枢免疫器官是免疫细胞发生、分化和成熟的场所,人和其他哺乳动物的中枢免疫器官包括骨髓和胸腺;外周免疫器官是成熟 T、B 细胞定居和对抗原发生免疫应答的部位,包括淋巴结、脾脏和皮肤黏膜相关淋巴组织。

2. **免疫细胞** **免疫细胞 (immunocyte)** 泛指所有参与免疫应答或与免疫应答有关的细胞及其前体,包括造血干细胞、淋巴细胞、专职抗原递呈细胞(树突状细胞、单核/巨噬细胞)及其他抗原递呈细胞、粒细胞、肥大细胞和红细胞等。是固有性、适应性免疫功能的执行者(图 1-1)。

表 1-2 免疫系统的组成

免疫器官		免疫细胞	免疫分子		
中枢	外周		膜型分子	分泌型分子	
骨髓	淋巴结	干细胞系	T 细胞抗原受体 (TCR)	免疫球蛋白(Ig)分子	
胸腺	脾脏	淋巴细胞	B 细胞抗原受体 (BCR)	补体	
	黏膜相关淋巴组织	单核巨噬细胞	CD 分子	细胞因子(CK)	
	皮肤相关淋巴组织	其他免疫细胞(中性粒细胞、嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞、树突状细胞、肥大细胞等)	黏附分子	MHC 分子	
				其他受体分子	

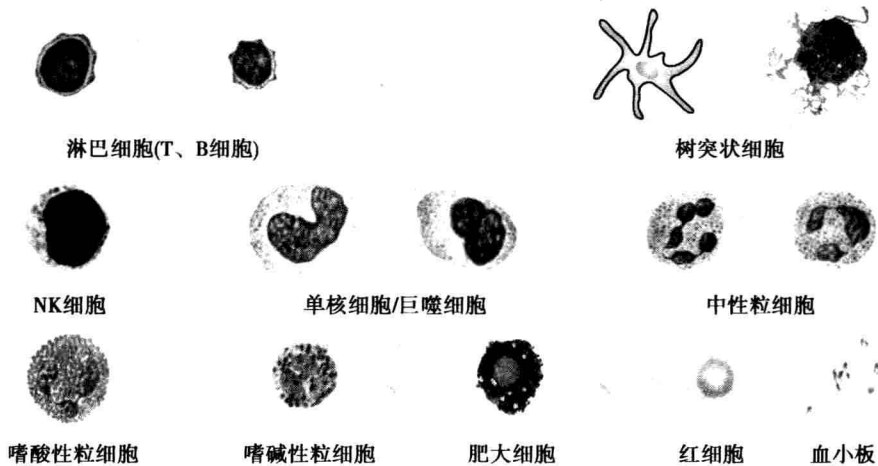


图 1-1 重要的免疫细胞

淋巴细胞是构成免疫细胞的主要群体,占外周血白细胞总数的 20%~40%,人体内约有 10^{12} 个淋巴细胞。淋巴细胞包括 T 细胞、B 细胞和自然杀伤细胞(NK 细胞)等。T 细胞和 B 细胞是执行适应性免疫的细胞,NK 细胞是参与固有免疫的效应细胞。

抗原提呈细胞(antigen presenting cell, APC)是能摄取、加工、处理抗原并将抗原信息提呈给 T 细胞的免疫细胞。APC 可分为专职性 APC 和非专职性 APC 两类,前者抗原提呈能力强,主要包括树突状细胞(DC)、巨噬细胞和 B 细胞;后者包括内皮细胞、纤维母细胞、各种上皮细胞及间皮细胞等,抗原提呈能力较弱。肿瘤细胞和病毒感染细胞能分别提呈肿瘤抗原和病毒抗原,因此,属于广义的 APC。

3. 免疫分子 **免疫分子**主要是由免疫细胞或相关细胞分泌或表达于细胞膜表面的小分子蛋白或多肽组成,包括 MHC 分子、CD 分子、黏附分子及膜受体分子等膜型分子和免疫球蛋白(抗体)、补体分子和细胞因子等分泌型分子。

三、免疫应答的类型

免疫应答(immunity response)是指机体免疫系统接受抗原刺激后,淋巴细胞特异性识别抗原(表位),发生活化、增殖、分化或失能、凋亡,进而发挥生物学效应的全过程。免疫系统正是通过对“自己”和“异己”成分识别、应答或不应答,即通过产生正、负免疫应答来维持机体内环境相对的自身稳定(homeostasis),执行免疫功能。

根据机体对抗原物质的免疫应答有无特异性以及机体受到抗原刺激后反应时相的不同,可将免疫应答分为固有性免疫应答和适应性免疫应答两类(表 1-3,图 1-2)。

1. **固有性免疫应答(innate immune response)** 即**天然免疫(native immunity)**,是种群长期进化过程中逐渐形成的,是机体抵御微生物侵袭的第一道防线,是机体先天具备的非特异性免疫防御功能。又因其作用范围广,并非针对特定抗原,故亦称为**非特异性免疫(nonspecific immunity)**。执行固有免疫功能的包括:皮肤、黏膜的物理阻挡作用;局部细胞分泌的抑菌、杀菌物质的化学作用;吞噬细胞的吞噬病原体作用;自然杀伤(natural killer, NK)细胞对病毒感染靶细胞的杀伤作用,及血液和体液中存在的抗菌分子,如补体(complement)。固有免疫在