



黑龙江省教育厅人文社科资助项目
哈尔滨师范大学优秀教材出版基金资助项目

细胞与分子免疫学基础

刘玉芬 主编

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

细胞与分子免疫学基础/刘玉芬主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2009. 7

ISBN 978 - 7 - 81131 - 514 - 1

I. 细… II. 刘… III. ①细胞学: 免疫学②分子免疫 IV. R392.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 116688 号

责任编辑: 付佳 倪乃华

封面设计: 彭宇



NEFUP

细胞与分子免疫学基础

Xibao Yu Fenzi Mianyixue Jichu

刘玉芬 主编

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

哈尔滨 骅飞印务有限公司 印装

开本 787 × 960 1/16 印张 13 字数 233 千字

2009 年 7 月 第 1 版 2009 年 7 月 第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 978 - 7 - 81131 - 514 - 1

定价: 28.00 元

《细胞与分子免疫学基础》编委会

主 编：刘玉芬

副主编：孙玉刚 马晓春 刘荣焱

参编人员：

刘玉芬 (哈尔滨师范大学生命科学与技术学院)

孙玉刚 (哈尔滨师范大学生命科学与技术学院)

马晓春 (哈尔滨师范大学教务处)

刘洪雨 (黑龙江省动物卫生监督所)

刘荣焱 (秦皇岛市中医医院骨科)

唐丽杰 (东北农业大学生命科学院)

姚 欣 (哈尔滨师范大学生命科学与技术学院)

高 洋 (哈尔滨师范大学生命科学与技术学院)

前 言

免疫学发展十分迅速,已经成为生物学和医学领域中一门独立的学科,而且已经渗透到生命科学的许多学科中。哈尔滨师范大学生命科学与技术学院在1996年设立了非师范专业——生物技术专业,该专业主要面向生物制药行业。因此免疫学教学也适应该专业的发展成为重要的专业基础课。以往我们主要采用医学院校的免疫学教材进行教学,医学院校的教材主要面对临床、预防、护理等专业的医学学生,而我们的学生只具有普通的生物学基础,在此基础上,编写一本适应高等师范类院校生物技术专业特点的免疫学教材已经成为迫在眉睫的要求。我们结合专业特点,编写了这本《细胞与分子免疫学基础》,既考虑到为学生提供基础免疫学理论知识,又要反映免疫学的发展需求,加入分子免疫学的部分内容,同时考虑到学生将来就业的方向,联系实践,加入一部分临床免疫学内容。因此本书除可以作为生物学领域的本科生教材外,还可以作为研究生及相关专业人员的参考书。

本书在编写过程中获得了哈尔滨师范大学的优秀教材出版基金资助,使得该书得以及时地出版,在此表示感谢。全书由刘玉芬总体设计并拟定了各章节的内容。编写分工如下:刘玉芬、唐丽杰承担第一篇的编写工作;刘玉芬、孙玉刚承担第二篇的超敏反应、肿瘤免疫、移植免疫和免疫缺陷性疾病的编写工作;刘玉芬、刘洪雨承担第三篇的编写工作。刘玉芬、马晓春和刘荣焱承担本书的插图绘制和图表制作工作。此外,本教研室的研究生姚欣、高洋也在本书的撰写和校对工作中投入了很大的精力,在此一并表示感谢。

面对日新月异的免疫学发展的理论和技术,编者在编写过程中深感知识水平的不足,所以书中不可避免地会有不尽人意之处,望广大读者提出宝贵的意见和建议。

编 者
2009年1月

目 录

第一篇 免疫学基础

第一章 免疫学概论	(3)
第一节 免疫的基本知识	(3)
第二节 免疫学发展简史	(6)
第三节 免疫学的应用	(11)
第二章 抗 原	(13)
第一节 抗原的概念和特性	(13)
第二节 抗原的免疫原性	(14)
第三节 抗原的抗原性	(17)
第四节 抗原的分类	(20)
第五节 超抗原和有丝分裂原	(24)
第三章 免疫球蛋白	(27)
第一节 抗体的发现及其特性	(27)
第二节 免疫球蛋白的分子结构与功能	(29)
第三节 免疫球蛋白超家族	(36)
第四节 各类免疫球蛋白的特性与功能	(38)
第五节 免疫球蛋白基因的结构和抗体多样性	(40)
第六节 抗体的制备	(43)
第四章 补体系统	(47)
第一节 补体系统的概念、组成和性质	(47)
第二节 补体系统的激活途径	(49)
第三节 补体激活的调节	(53)
第四节 补体激活后的生物学效应	(56)
第五节 补体受体、补体系统的遗传调控及合成与代谢	(59)
第五章 免疫系统	(61)
第一节 免疫系统概述	(61)
第二节 免疫器官	(62)
第三节 免疫细胞	(69)

2 细胞与分子免疫学基础

第四节	T 细胞和 B 细胞亚群及其功能	(75)
第五节	K 细胞、NK 细胞及辅佐细胞	(77)
第六章	主要组织相容性抗原系统	(81)
第一节	小鼠的 MHC 系统	(81)
第二节	人类的 MHC 系统	(83)
第三节	HLA 分子的结构、分布和功能	(84)
第四节	MHC 分子功能	(86)
第五节	HLA 的医学意义	(87)
第七章	细胞因子	(90)
第一节	细胞因子概述	(90)
第二节	细胞因子的受体	(94)
第三节	细胞因子与临床疾病的关系	(96)
第四节	细胞因子分论	(97)
第八章	免疫应答	(103)
第一节	免疫应答概述	(103)
第二节	B 细胞介导的体液免疫应答	(104)
第三节	T 细胞介导的细胞免疫应答	(108)

第二篇 临床免疫学

第九章	超敏反应	(115)
第一节	I 型超敏反应	(115)
第二节	II 型超敏反应	(124)
第三节	III 型超敏反应	(130)
第四节	IV 型超敏反应	(134)
第十章	移植免疫	(140)
第一节	器官移植排斥的类型	(140)
第二节	同种移植排斥反应的机制	(142)
第三节	移植排斥的预防与治疗	(148)
第十一章	免疫缺陷性疾病	(151)
第一节	免疫缺陷病概述	(151)
第二节	原发性免疫缺陷病	(152)
第三节	继发性免疫缺陷病	(156)
第十二章	肿瘤免疫	(160)
第一节	肿瘤抗原	(161)

第二节	抗肿瘤免疫的机制	(164)
第三节	肿瘤的免疫学检测	(166)
第四节	肿瘤逃脱免疫系统的监视机制	(167)
第五节	肿瘤的免疫学治疗	(168)

第三篇 免疫学检测技术

第十三章	免疫血清的制备和抗体的分离纯化	(175)
第一节	免疫血清的制备	(175)
第二节	抗体的分离纯化	(177)
第十四章	抗原—抗体反应	(180)
第一节	凝集反应	(180)
第二节	沉淀反应	(182)
第十五章	免疫标记技术	(188)
第一节	免疫酶技术	(188)
第二节	免疫荧光技术	(191)
第十六章	细胞免疫检测技术	(194)
第一节	E玫瑰花环	(194)
第二节	EAC和EA玫瑰花环试验	(195)
第三节	淋巴细胞转化试验	(196)
参考文献		(198)

第一篇 免疫学基础

本篇主要讲述免疫学的基础知识，包括细胞免疫学知识，也包括分子免疫学的内容。本篇内容会使我们对免疫系统的基本内容有初步的了解，可以对常见的免疫学现象进行解释。

第一章 免疫学概论

免疫学最早是从研究人体抵御传染性疾病的免疫现象开始的，因此最早免疫学属于微生物学的研究范围，一个分支。但自 20 世纪 60 年代以来其在理论和实践上都有了一个飞跃的发展，免疫现象不单纯指病原微生物入侵后机体的抗性反应，也包括了机体对外源非己的物质产生的应答以及机体免疫系统紊乱的情况下出现的一系列变化，其研究范围已涉及整个生命科学领域，它把生物化学、分子生物学、细胞生物学以及遗传学等多个学科在免疫研究基础上联系起来，因此免疫学成为了一门独立的、新兴的学科，它的研究也出现了许多分支，例如遗传免疫学、肿瘤免疫学、移植免疫学临床免疫学等。

传统上免疫学主要研究机体免疫系统的组织结构和生理功能，免疫系统的重要生理功能就是识别“自己”和“非己”抗原并产生应答反应。在免疫功能正常的条件下，免疫系统对“非己”抗原产生排异反应，发挥保护机体的作用（如抗感染免疫和抗肿瘤免疫）。如果免疫功能失调，免疫应答反应可造成机体组织损伤，产生一系列与免疫相关的疾病。当代免疫学研究中的重要领域还包括运用免疫学理论和方法对相关疾病进行预防、诊断及治疗。人类应用免疫学方法预防传染病的历史悠久，最早可以追溯到 16 世纪中国医学家人痘苗预防天花的伟大实践。此后，免疫学历经了多个发展时期而不断发展壮大起来。

第一节 免疫的基本知识

免疫学是从微生物学中独立出来的，在 100 多年来的发展变化也使得免疫（Immune）的概念经历了一系列的变化过程。在 Jenner 和 Pasteur 的古典免疫时期，免疫指的是机体对病原微生物的抵抗力、对同种微生物再感染的特异性防御能力。但随着免疫学的发展和不断的研究证实，很多免疫现象（如过敏反应、动物的血型、移植排斥反应、自身免疫病等）均与微生物的感染无关。因此，现代免疫的概念已逾越了抵抗微生物感染这个范畴，是指机体对自身和非自身物质的识别，清除非自身的物质，从而保持机体内外部环境平衡与稳定的生理学反应。而且这种功能的获得也可以从两个方面探讨，

一方面是机体具有天然的防御屏障，即皮肤、黏膜屏障和血脑屏障等，这些属于非特异性免疫范畴；另一方面可以从后天接触外来物质后获得，属于获得性免疫，也就是本书后面章节要讲述的特异性免疫。机体发挥免疫功能的组织器官是免疫系统，免疫系统是动物在长期进化过程中不断与自身内、外敌人相斗争而形成的一种防御系统，它对进入体内的非自身物质产生特异性免疫应答，从而使机体获得特异性的免疫能力而维持自身稳定。

一、免疫的基本特征

免疫的发生和外来物质相关也和机体的内部因素相连，二者协同促使机体发生一系列反应。研究表明免疫的基本特征主要体现在四个方面：识别自身与非自身（Recognition of self and nonself）、特异性（Specificity）、免疫记忆（Immunological memory）和耐受性（Tolerance）。

（一）识别自身与非自身

机体产生免疫应答的基础就是识别自身和非自身的大分子物质。对自身的物质不产生免疫应答，而对外来的抗原物质产生免疫应答而清除掉，这种识别特性实际上属于机体的“排他性”。动物机体识别的物质基础存在于免疫细胞，即T淋巴细胞和B淋巴细胞膜表面的抗原受体，受体识别并能与一切大分子抗原物质的抗原决定簇结合。机体的这种免疫识别功能是非常精确的，不仅能识别存在于异种动物之间的一切抗原物质，即使对存在细微差别的同种动物不同个体之间的组织和细胞也能够识别。因此出现同种动物不同个体之间组织移植的排斥反应。

免疫系统的识别功能对保证机体的健康是非常重要的，若识别功能降低就会导致对非己物质的宽容，从而降低或丧失对病原微生物或肿瘤的防御能力，造成识别功能紊乱，如若把自身的组织或细胞当作了非己物质，还可引起自身免疫疾病。

（二）特异性

机体的免疫应答和由此产生的免疫力具有高度的针对性，免疫活性细胞以及抗体分子只能与刺激它产生的抗原物质起反应，与其他种抗原不发生反应（如接种乙型肝炎疫苗可使人体产生对乙型肝炎病毒的抵抗力，而对其他病毒的入侵无抵抗力）。

（三）免疫记忆

也称为记忆性，该功能也是免疫的基本特征之一，如果机体对某一抗原物质或疫苗产生免疫应答反应，则体内能够产生抗体，经过一段时间之后这种抗体消失，但免疫系统却保留了对该抗原的记忆，即形成了特异性记忆的

免疫活性细胞，因此用同种抗原物质或疫苗加强免疫时，机体的免疫活性细胞可以迅速大量增殖、活化和分化，产生比初次接触该抗原时还要多的抗体，该种现象表明了机体具有免疫记忆能力。细胞免疫同样具有免疫记忆能力。机体患某种传染病康复后或用疫苗接种后之所以可使机体长期具有免疫力，就是由于具有免疫记忆的能力。免疫记忆功能主要是由于机体形成了免疫记忆细胞，其可对再次接触的抗原物质产生更快的免疫应答反应。

(四) 耐受性

机体免疫系统对接触的某些抗原物质不发生应答反应或者低应答性，但是对其他抗原物质的应答能力仍保持正常。1945年，Owen发现的异卵双生牛可以接受对方皮肤移植而不发生排斥现象就属于首次发现的天然耐受现象，机体的自身组织成分通常不发生免疫应答，这是最常见的天然免疫耐受现象。免疫耐受在理论和医学实践中都具有重要的意义，某些疾病的发生如自身免疫性疾病就是由于对自身的成分耐受终止，被破坏而导致疾病的出现。

二、免疫的基本功能

免疫系统识别和清除外来抗原物质时所表现出来的各种生物学效应的总和，我们称之为免疫的功能，免疫功能正常，机体会维持内外环境的稳定，而一旦出现异常，则会导致一系列疾病的出现。总而言之，免疫系统的功能可以从三个方面来理解，表1-1列出了免疫功能的正常和非正常表现。

表1-1 免疫系统三大功能的表现

免疫的功能	正常功能	非正常功能
免疫防御	主要指抗感染作用	超敏反应和免疫缺陷
免疫稳定	免疫系统内部或者与其他系统之间的平衡	自身免疫性疾病
免疫监视	清除癌变、衰老的细胞	肿瘤出现或者反复病毒感染

(一) 免疫防御 (Immunologic defence)

即是指抵抗感染的功能。它是指机体抵御病原微生物的侵袭、感染的功能。在机体免疫功能正常时，能够对从呼吸道、消化道、皮肤和黏膜等途径进入机体内的各种病原微生物的产生抵抗能力；但若免疫功能异常亢进时，则可导致传染性变态反应；若免疫功能低下或者缺陷，则可引起机体的反复感染。

(二) 免疫稳定 (Immunologic homeostasis)

机体每天进行新陈代谢的同时，都有大量的细胞衰老及死亡，如果这些

细胞积累在体内就会影响正常细胞的功能。那么免疫系统能够把这些细胞清除出体内，以维护机体内的生理平衡，免疫的这种功能就称为自身稳定。但是若此功能异常亢进，使机体产生过多的自身抗体，危及到自身正常细胞的活动时会引起自身免疫性疾病的发生。

(三) 免疫监视 (Immunologic surveillance)

机体内的正常细胞常在物理、化学和病毒等致癌因素的诱导下而突变为肿瘤细胞，但机体免疫功能处于正常时可对这些肿瘤细胞加以识别，调动一切免疫因素将这些肿瘤细胞清除掉，这种功能即为机体的免疫监视功能。若此功能低下或抑制就会导致肿瘤细胞的大量增殖，使机体发生肿瘤。由此可见，增强机体免疫功能、保持机体健康是抑制肿瘤发生的有效方法之一。

第二节 免疫学发展简史

免疫学的发展最初反映了人类与疾病斗争的过程，这一过程是人们在实践中逐渐探索出来的，从最初的 Jenner 发明牛痘苗预防人类天花开始。但是近几十年来，免疫学发展的广度和深度都与它的初始状态相差甚多，已经深入发展到分子水平，当代众多学科发展中免疫学知识的运用就完全体现出这门学科在生命科学领域中的重要地位。纵观免疫学的发展过程，我们将其历史大致划分为四个阶段。

一、经验免疫学时期的诞生

免疫学最初阶段主要集中于人类与传染性疾病的斗争，人们发现，许多疾病感染之后不会再次感染，例如天花、麻疹和腮腺炎等。所以这一阶段主要贡献集中在 16~17 世纪，为免疫学经验时期。我国医学家在长期实践的过程中对天花病的预防和治疗积累了丰富的经验，在 15 世纪就创造性地发明了用人痘痂皮预防天花病的方法，到 17 世纪已在我国推广应用，这是人类认识机体免疫功能的开端。我国采用的人痘苗预防天花的方法在 18 世纪初被 Wortley Montague 引入欧洲，并很快地传入到了其他国家，为以后英国医生 Jenner 发明牛痘苗和法国免疫学家 Pasteur 发明减毒疫苗提供了宝贵经验。

二、经典免疫学时期的开拓

经典免疫学时期起始于 18 世纪末至 20 世纪中期，继人痘苗出现之后，免疫学便步入了经典免疫学时期。这一时期，人们对免疫功能的认识逐渐从

人体现象的观察深入到了科学实验时期。此时期内的主要成就有：

（一）牛痘苗的发明

免疫学的一项重要成就为牛痘苗的发明。牛痘苗是英国医生 Jenner 发明的，他观察到挤奶女工患过牛痘后不再易得天花病的现象后，通过长期对牛痘苗进行人体实验，最终证实了接种牛痘苗后可以预防天花病。Jenner 于 1793 年发表了牛痘苗著作，这也为人类传染病的预防开创了人工免疫的先声，所以我们往往将 1798 年定为免疫学开创年。牛痘苗不但弥补了人痘苗的不足，并且可由实验室大量生产出来，于 1804 年传入我国后便很快代替了人痘苗的应用。

（二）减毒疫苗的发明

在牛痘苗发明之后，免疫学的发展在将近一个世纪的时间内都停滞不前，这主要是由于对于传染病的病原问题没有解决。直至 19 世纪末期，随着微生物学的发展细菌分离培养的问题得到了解决，因而获得了纯种细菌，为各种人工疫苗的制备提供了先决条件。法国免疫学家 Pasteur 经过不断的动物实验研究，通过生物学方法和理化方法获得减毒菌株。随后德国科学家 Behring 以及日本学者 Kitasato 应用白喉减毒外毒素进行免疫动物的实验研究，由此获得的抗毒素用于白喉病的治疗中并取得了成功。由此开启了人工被动免疫疗法。

（三）补体的发现

在 19 世纪末期，人们又很快发现了免疫溶菌的现象。Peiffer 用新鲜的免疫血清，在豚鼠体内观察到对霍乱弧菌的溶菌现象。Bordet 随后发现若将新鲜免疫血清在 60℃ 的条件下加热 30 min 后可致使其丧失溶菌能力，因此他认为在新鲜的免疫血清内，有与溶菌作用有关的两种不同物质。对热稳定的物质称为溶菌素（即抗体），具有特异性；另一种可存在于正常血清中对热不稳定的物质（即补体），是非特异性的成分。补体具有溶菌和溶细胞的作用，但是这种作用需在抗体存在的条件下才能够实现。

（四）血清学方法的建立

人们在免疫血清中发现了溶菌素、凝集素等特异性组分，这些物质能够与相应的细胞或细菌发生反应，将多种不同的特异性反应物质统称为抗体；将使抗体产生的物质统称为抗原。由此建立了抗原和抗体的概念。与此同时还建立了一些用于诊断传染病的血清学方法，包括有体外检测抗原、抗体反应的血清学技术（如沉淀反应、凝集反应、补体结合反应等），都有助于传染病的诊断和流行病的研究，为病原菌的鉴定和血清抗体的检验提供了有效的方法。

三、近代免疫学时期开端

从 20 世纪中叶开始进入了近代免疫学时期，该时期也有一些主要的发现。

(一) 免疫耐受现象的发现

1945 年 Owen 首先发现了异卵双生的两头小牛的体内都有两种红细胞血型嵌合体的存在，生长之后都可以接受彼此之间的皮肤移植。因此就把这种不同的血型细胞，在彼此体内互不引起免疫反应的现象称为免疫耐受。澳大利亚科学家 Burnet 等人研究认为，宿主淋巴细胞有识别自己与非己的能力，因此在机体免疫功能成熟之前引入异物，可视为自己成分加以识别，在成体后对该异物不引起免疫反应。因此机体的免疫系统如若在发育尚未成熟的胚胎时期，接受抗原物质的刺激可导致机体在成年后的免疫耐受。随后在 1953 年英国科学家 Medawar 等人，在新生期的小鼠体内注入了同种异型脾细胞，成功地进行了人工诱导使小鼠产生了获得性的移植耐受性，对 Burnet 的研究以有力支持。

(二) 细胞免疫现象的发现

Koch 在发现结核杆菌之后，用结核杆菌给患者进行皮下注射，使患者再感染以期达到免疫治疗的目的，但结果却引起局部组织坏死，将这一具有特异性但与抗体产生无关的现象称之为 Koch 现象。1942 年 Chase 等人对 Koch 现象进行深入的研究，用致敏豚鼠血清转移给正常动物，结果不能引起结核菌素反应，而用细胞转移则能引起反应。由此证明了结核菌素反应不是由抗体引起而由致敏细胞引起，从而证明了机体免疫性除能产生体液免疫外还能形成细胞免疫。

(三) 克隆选择学说

澳大利亚科学家 Burnet 在总结前人研究结果的基础上，提出了抗体生成的克隆选择学说。该学说的基本内容是：机体的免疫系统内本来就存在一些细胞克隆，这些细胞克隆具有能够识别各种不同抗原的功能，各个克隆细胞的表面都存在针对于不同特定抗原的相应的抗体；各种抗原进入机体后，能够选择与之相对应的受体并与其结合，由此刺激该细胞克隆的增殖分化，发生免疫应答反应，进而形成各种抗体。若免疫系统发育成熟前就受到抗原刺激的细胞克隆是不会发生增殖的，被清除掉或者处于抑制状态而成为禁闭克隆；免疫系统发育成熟后使体内失去对于此种抗原的应答能力，在免疫系统功能紊乱失调时，此克隆细胞可以被激活发生免疫应答反应。

(四) 免疫学技术的发展

血清学技术得到改进,建立了间接血凝反应和免疫标记技术等,这些技术都大大促进了免疫学的基础研究和临床应用。

四、现代免疫学时期的深入

自20世纪60年代后进入到了现代免疫学时期。现代免疫学的发展方向不断变化,免疫学发展成为机体对自己和非己物质的识别,以此维持机体自身稳定性的生物学概念。在该时期有如下一些主要的发展。

(一) 胸腺(腔上囊)功能的认识

首先证明了腔上囊组织具有免疫学功能,在1957年,Glick发现摘除幼年鸡的腔上囊组织能够影响机体内抗体的产生。随后于20世纪60年代初,Miller和Good均在哺乳类动物体内进行早期胸腺摘除的实验,结果又证明了胸腺的免疫学功能。

(二) 淋巴细胞功能的认识

1965年,Gowan首先证明了淋巴细胞具有免疫学功能。1969年,又有科学家提出了T细胞和B细胞亚群的概念。免疫系统的组织学和细胞学基础逐渐建立起来了。同时对抗体分子结构的研究也取得了一定的进展,20世纪40年代首先确定了抗体具有血清球蛋白的性质,随之是对抗体分子结构和生物学功能的研究。首先通过木瓜蛋白酶水解抗体球蛋白分子,得到了具有抗体活性的片段和易结晶片段,随后通过化学还原法证明抗体球蛋白是由多肽链组成,再用抗原分析法证明了抗体分子具有不均一的特性。60年代初建立了免疫球蛋白的分类,即将免疫球蛋白分为IgG、IgM和IgA三大类;1965年Rowe在骨髓瘤患者的血清内又发现了IgD;1966年,石坂在枯草热患者的血清中发现了IgE。

Pernis等人于20世纪70年代,采用免疫荧光法证实了位于淋巴细胞膜上的Ig受体的存在。Feldman等人用半抗原载体效应证实了T细胞和B细胞在抗体产生中具有协同作用。Unanue等人证实了巨噬细胞在免疫应答中作为参与机体免疫应答的第三类细胞而存在,由此证明了机体的免疫应答过程是由多种细胞间的相互作用的结果。免疫学的研究也逐渐进入到了细胞生物学和分子生物学的研究领域。此时期对T细胞的发生、分化与功能研究,对T细胞亚类的鉴别以及对T细胞抗原识别受体的研究都取得了较大的进展。通过研究证实了,在机体周围血循环内,存在有功能相异的T细胞亚类,以及证实了辅助性T细胞和抑制性T细胞的存在,对免疫应答的调节起着非常重要的作用。70年代免疫学领域研究最广泛的是以T细胞为中心

的免疫生物学研究。

(三) 细胞因子的研究

是现代免疫学研究中令人关注的成果之一。细胞因子的生理功能多样,可介导细胞的相互作用、促进和调节细胞的增殖、分化和效应功能等。已有数十种细胞因子的 cDNA 克隆成果,并对这些细胞因子进行鉴定及分子生物学方面的研究。细胞因子中包括有淋巴因子、单核因子、白细胞介素、干扰素、肿瘤坏死因子、集落刺激因子和转化生长因子等,由体内各种免疫细胞和非免疫细胞产生。以前人们只是从细胞培养液中提取有限数量的细胞因子进行功能和结构研究,但在对其基因结构、表达调控和基因定位进行研究之后,利用基因工程生产重组细胞因子。所有的白细胞介素(IL)以及干扰素(INF)、肿瘤坏死因子(TNF)和粒细胞单核细胞克隆刺激因子(GM-CSF)等,都可通过基因工程技术在原核或真核细胞中进行表达,生产出具有活性的重组细胞因子,并对其作用机理进行深入研究后应用于临床。

(四) 免疫学新技术的发展

免疫学技术的发展大大促进了免疫学的发展,同时还渗透到了生命科学的所有领域,使得免疫学同生物化学、遗传学等学科一样,成为生命科学中的重要学科之一。其中免疫血清学的三大标记技术包括有免疫荧光技术、免疫酶技术和放射免疫技术。这些技术具有方法简易快速、敏感性高、重复性好、特异性强等优点而受到重视。这些技术的不断发展,使得血清学技术逐渐发展成为了一种能在细胞水平或亚细胞水平进行抗原、抗体定位,能对含量甚微的各种生物活性物质进行超微量测定的新型免疫检测技术。这其中免疫酶技术发展最快,据此衍生出多数新技术(如酶联免疫吸附测定技术,均质酶免疫测定技术等),都可根据检测对象和要求的不同并与其他测试技术相结合,产生出很多具体的新技术和新的操作方法。20世纪70年代以来,人们开始关注直接应用分析仪器来测定抗原抗体反应(如免疫散射浊度测定法),这些新技术方法的出现,进一步发展了免疫检测技术的应用范围,使免疫检测技术成为生命科学进入分子水平不可或缺的技术。

(1) T细胞克隆技术的建立。应用T细胞克隆技术,已经建立了一系列抗原T细胞克隆,1976年Morgan等人,通过实验证实了T细胞生长因子通过体外培养,可刺激T细胞克隆长期的生长,用以研究T细胞受体、淋巴因子的分泌以及细胞间协同作用等研究,为细胞免疫学的发展做出了很大的贡献。

(2) 细胞融合技术的发展。细胞融合技术是一项突破性的生物技术,应用这种技术可制备具有单一抗原决定簇的单克隆抗体。1975年Kohler和