

全国二十所高等医学院校协编教材

医学免疫学

(第二版)

主编 何俊森 刘君炎 郑志坚



河南科学技术出版社

全国二十所高等医学院校协编教材

医学免疫学

(第二版)

主编 何俊森 刘君炎 郑志坚

编委 (以姓氏笔画为序)

孙万邦 (副教授) 刘君炎 (教授)

沈元珊 (教授) 何俊森 (教授)

应惠芳 (讲师) 林美淳 (副教授)

明景裕 (教授) 郑志坚 (副教授)

谭立志 (副教授)

河南科学技术出版社

豫新登字02号

全国二十所高等医学院校协编教材

医学免疫学（第二版）

主编 何俊森 刘君炎 郑志坚

责任编辑 李娜娜

河南科学技术出版社出版发行

（郑州市农业路73号）

河南省新郑县印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 22.5印张 424千字

1993年12月第2版 1993年12月第2次印刷

印数11001—22130册

ISBN7-5349-1270-9/R·237

定价8.50元

全国二十所高等医学协作院校名称

(按院校名笔画排列)

广东医学院	广州医学院
广西医科大学	大理医学院
右江民族医学院	兰州医学院
汕头大学医学院	泸州医学院
河北医学院	昆明医学院
河南医科大学	贵阳医学院
首都医学院	桂林医学院
海南医学院	湖北医科大学
湖北医科大学咸宁分院	遵义医学院
福建医学院	衡阳医学院

再版前言

本书初版迄今将及三年，经各校使用，作为五年制医学本科教材，取得了较为满意的效果，这已为协编等院校师生所肯定。同时，读者对本教材不足之处提出了中肯的修改意见，这对修订再版甚有裨益。

免疫学进展迅速，日新月异，尤其是由于在基础研究和应用方面，采用了分子生物学和遗传学的新技术，使对免疫应答的现象和机制有了进一步的了解，也扩充了应用范围，因此本书修订势在必行，目的是弥补不足，提高质量，赶上学科发展，以满足教学改革的需要。

这次修订，力争符合卫生部制订的普通高等学校临床医学专业（五年制）《医学免疫学》课程的基本要求（试行）。为了在阐明免疫学基础理论、基本知识和基本实验技术的基础上，尽可能反映当代免疫学领域的分子水平，在各章的内容和编排上，作了较大幅度的增添、删节和修改，并将第一章改为免疫学发展史略，新编的第二章为概述，这是为了使刚刚接触本课程的同学，对将要学习的内容有个初步印象，以利于学习随后的各章。免疫应答是免疫细胞及所产生和调节其功能的细胞因子以及免疫球蛋白等共同作用的结果，近年对细胞因子的研究成果累累，故新增《细胞因子》一章。

本书力求观点无误，论述严谨，简明易懂，所采用资料大都较为成熟，既注意反映当代免疫学领域发展的新水平，又时刻不忘对五年制医本科教与学的适用性，在内容、分量上，因各院校教学时数不尽相同，应用时可根据实际情况取舍。

我们水平有限，难免仍有不足不妥之处，在此恳切希望各校师生提出批评、建议。

本书插图由曹卉、王健同志精心绘制，出版得到河南科学技术出版社责任编辑李娜同志悉心协助，对此一并致以衷心的感谢。

编者

1992年9月

前 言

由于现代免疫学飞速发展,以及医学免疫学在基础和临床医学各学科中的作用日益重要,医学免疫学已经从医学微生物学中分出来,成为一门独立的学科。因此1988年12月全国十二所协作高等医学院校协编教材主编会议决定增编医学免疫学教材,本教材就是根据这一要求编写的。

这次主编会议所确定的协作编写教材的指导思想是:以适应社会主义现代化建设的实际需要为前提,围绕培养目标,加强医学基础理论、基本知识和基本技能的培养,编写出来的教材要具有先进性、科学性、针对性、适用性、逻辑性和系统性。

遵循这一指导思想,经本教材参编院校编委会讨论确定的编写原则为:①立足于省属高等医学院校,明确使用对象是五年制本科医学生;②力求阐明免疫学的基础理论、基本知识和基本实验技术;③注意反映先进的科学知识,但要适合我国情况,不盲目求新求尖;④为了体现学科的系统性、完整性和独立性,同时避免不必要的重复,与有关学科协商接收各学科中的免疫学内容;⑤文字力求简明、确切、易懂。

根据编写原则所拟定的编写提纲的内容,除免疫学基础部分外,还包括了变态反应、自身免疫、免疫缺陷等免疫病理的章节,以及结合临床医学的抗感染免疫、移植免疫和肿瘤免疫等章;鉴于免疫避孕研究的发展、计划生育是我国的基本国策以及有些院校设有计划生育专业,所以增编了生殖免疫一章。至于章目的顺序,是参照各校的教学经验,从利于教与学来安排的。

对经过协商分工后由作者认真查阅资料、反复修改写成的初稿、二稿,均经过全体编委集体逐字逐句审查修改,然后定稿。所以这本教材是全体参编人员辛勤劳动的结晶,也是参编院校领导和有关部门以及教研室大力支持和鼓励的结果。

但由于编写时间仓促,尤其是我们的学术水平有限、编写经验不足,又是群体写作,因此在名词、术语的前后统一、内容的衔接等方面必定有不少缺点和错误,在此诚恳地希望十二所院校师生以及兄弟院校的同道们给予批评指正。

何俊森

1989年9月

目 录

第一章	免疫学发展史略.....	(1)
第一节	免疫学起源与发展.....	(1)
第二节	现代免疫学简介.....	(4)
第二章	概述.....	(12)
第一节	免疫与医学免疫学.....	(12)
第二节	非特异性免疫(先天性免疫).....	(13)
第三节	特异性免疫.....	(15)
第四节	非特异性免疫与特异性免疫的比较.....	(17)
第五节	免疫病理.....	(18)
第三章	免疫系统的器官与组织.....	(19)
第一节	人类中枢免疫器官与免疫活性细胞的发育.....	(19)
第二节	外周免疫器官和淋巴细胞再循环.....	(25)
第四章	参与免疫的细胞.....	(30)
第一节	概述.....	(30)
第二节	淋巴细胞.....	(33)
第三节	单核吞噬细胞系统和抗原递呈细胞.....	(47)
第四节	其它参与免疫的细胞.....	(52)
第五章	抗原.....	(54)
第一节	抗原的概念.....	(54)
第二节	构成抗原的条件.....	(54)
第三节	抗原分子的结构及其功能.....	(57)
第四节	抗原的类型.....	(61)
第五节	医学上重要的抗原.....	(63)
第六节	免疫佐剂.....	(66)
第六章	免疫球蛋白和抗体.....	(69)
第一节	免疫球蛋白的结构.....	(69)
第二节	免疫球蛋白的血清学类型.....	(73)

第三节	免疫球蛋白的理化特性与生物学活性	(76)
第四节	各类免疫球蛋白的特性与功能	(77)
第五节	抗体多样性的遗传控制	(79)
第六节	免疫球蛋白异常	(83)
第七节	免疫球蛋白基因超家族	(84)
第八节	单克隆抗体	(84)
第七章	人类主要组织相容性复合体	(87)
第一节	MHC 的结构	(87)
第二节	HLA 复合体的遗传学特征	(89)
第三节	MHC 分子表达、结构、分布和功能	(91)
第四节	HLA 分型	(99)
第五节	HLA 与疾病	(102)
第八章	补体系统	(105)
第一节	补体系统的组成、理化性质和控制基因	(105)
第二节	补体系统的激活和调节	(108)
第三节	补体系统的生物学功能	(119)
第四节	补体系统与疾病的关系	(122)
第九章	细胞因子	(124)
第一节	细胞因子的一般性质	(124)
第二节	与临床关系密切的细胞因子	(126)
第三节	细胞因子受体和细胞因子抑制物	(135)
第十章	免疫应答	(137)
第一节	概述	(137)
第二节	B 细胞介导的免疫应答——体液免疫	(133)
第三节	T 细胞介导的免疫应答	(148)
第十一章	免疫耐受性	(155)
第一节	免疫耐受的现象	(155)
第二节	免疫耐受性的共同特性	(156)
第三节	免疫耐受性的细胞学基础及表现特点	(157)
第四节	关于免疫耐受性的发生机制	(159)
第五节	免疫耐受性的实际意义	(161)
第十二章	免疫调节	(163)
第一节	抗原的调节作用	(163)

第二节	抗体的调节作用.....	(164)
第三节	独特型——抗独特型网络调节.....	(165)
第四节	免疫细胞间的调节作用.....	(167)
第五节	细胞因子的调节作用.....	(171)
第六节	遗传因素对免疫应答的影响.....	(173)
第七节	神经内分泌系统与免疫系统的相互调节.....	(173)
第十三章	免疫预防与治疗.....	(178)
第一节	人工免疫.....	(178)
第二节	免疫调节疗法.....	(187)
第十四章	免疫学试验法.....	(194)
第一节	检测抗原和抗体的方法.....	(194)
第二节	检测细胞免疫功能的方法.....	(210)
第三节	其他免疫功能试验.....	(214)
第十五章	变态反应.....	(217)
第一节	概述.....	(217)
第二节	I 型变态反应.....	(218)
第三节	II 型变态反应.....	(225)
第四节	III 型变态反应.....	(228)
第五节	IV 型变态反应.....	(232)
第十六章	抗感染免疫.....	(235)
第一节	抗感染免疫的一般概念.....	(235)
第二节	抗细菌免疫.....	(237)
第三节	抗病毒免疫.....	(242)
第四节	抗不同类型病原体感染的免疫特征.....	(246)
第十七章	移植免疫.....	(249)
第一节	移植的分类.....	(249)
第二节	移植排斥现象.....	(250)
第三节	移植免疫机制.....	(253)
第四节	移植排斥的预防和抑制.....	(256)
第十八章	生殖免疫.....	(260)
第一节	母-胎免疫学关系.....	(260)
第二节	生殖免疫病理.....	(263)
第三节	免疫避孕.....	(266)

第十九章 肿瘤免疫	(271)
第一节 肿瘤抗原.....	(271)
第二节 抗肿瘤的免疫效应机制.....	(279)
第三节 肿瘤的免疫逃逸机制.....	(281)
第四节 肿瘤的免疫治疗.....	(284)
第二十章 自身免疫	(290)
第一节 自身免疫的发生机制.....	(290)
第二节 自身免疫反应引起组织损伤的机制.....	(298)
第三节 自身免疫病的分类与特征.....	(298)
第二十一章 免疫缺陷与免疫增生	(301)
第一节 原发性免疫缺陷.....	(302)
第二节 继发性免疫缺陷.....	(307)
第三节 免疫缺陷的诊断及防治原则.....	(310)
第四节 免疫增生.....	(312)
英汉对照医学免疫学词汇	(317)
参考文献	(336)
附录:《医学免疫学》教学大纲	(338)

第一章 免疫学发展史略

第一节 免疫学起源与发展

一、免疫学起源

免疫现象是在积累防治传染病经验的基础上，在漫长过程中逐渐观察总结而认识的。如古代人民在传染病流行中发现，有少数人并不感染某些传染病；患过某种传染病的人，一般不再感染该种传染病；有的即使再感染，病情也较轻而不致死亡。我国古代医学家通过对天花的长期防治实践，早在宋代（公元11世纪）就发明了用人痘苗，即用人工轻度感染的方法预防天花这种烈性传染病。这实际上是近代免疫学的开端。至明代隆庆年间（公元16世纪）还改进制成了“太平痘苗”。我国在清代（公元17世纪）已普遍应用人痘苗预防天花，并且传到朝鲜、日本、俄国、土耳其、欧洲等地。

二、免疫接种与血清疗法

继人痘苗发明之后，免疫学的一个重要发展是牛痘苗的发明。人痘苗在英国的应用为Jenner发明牛痘苗提供了宝贵经验，他观察到挤牛奶女工在感染牛痘之后不再感染天花的事实，再通过实验证明，接种牛痘苗只在局部引起对人体无害的反应，却可以预防天花的感染。对此他于1798年著文介绍并提出vaccination（牛痘接种，拉丁文vacca，即牛）一词，现已引申为任何的免疫接种。

在Jenner发明牛痘苗之后几乎一个世纪，免疫学发展停滞。直至19世纪末期，由于陆续发现了许多病原微生物，尤其是法国科学家Pasteur提出并以实验证明了他关于传染原因的微生物学说（germ theory），以及德国医生Koch解决了在体外分离、培养细菌的方法，使人工菌苗的发展有了理论和技术的基础。1880年Pasteur因偶然事故发现巴斯德鸡霍乱杆菌（pasteurella aviseptica）的陈旧培养物丧失了对鸡的致病力，但能使鸡抵抗随后的毒株攻击注射，这便是首例减毒疫苗。用减毒微生物预防传染的思想，使他相继以42℃培养的方法制成炭疽菌苗，以及以狂犬脊髓提取物在室温放置或在兔体内连续传代以减弱毒力的方法制成狂犬病疫苗。Pasteur减毒疫苗的发明为实验免疫学奠定了基础。从此，病原菌一旦分离成功，便都试图制备成预防用的减毒或灭活疫苗，但并非都获得成功。而且发展预防人、畜主要传染病的疫苗，常常需要改进和发展分离、培养病原微生物的技术，对细菌以外的病原微生物尤其是这样，所以直到

Goodpasteure采用鸡胚培养法、Enders等引进组织培养法之后,才能发展预防立克次体病、黄热病、脊髓灰质炎、麻疹、流行性感胃等疾病的疫苗。

1890年Behring和Kitasato观察到用白喉或破伤风毒素免疫的动物血清中,含有一种中和白喉或破伤风毒素的物质,称之为抗毒素,把这种免疫血清转移给另一个体,也能使之具有中和毒素的能力,并且应用这种被动免疫于临床治疗获得成功。这便是免疫血清疗法的开端。在此期间,不断从血清中发现多种作用于细菌的物质,于是便将免疫动物或传染病入血清中具有与微生物或其产物发生反应的物质,如凝集素、沉淀素等统称为抗体(antibody),而将任何物质能在机体诱生针对该物质的抗体者统称为抗原(antigen)。

1894年Pfeiffer在免疫豚鼠腹腔观察到对霍乱弧菌的溶菌现象,认为是他称之为溶菌素的作用。同年,Bordet在试管中亦发现同样的现象,他认为试验用的新鲜免疫血清中,除耐热的特异性抗体(溶菌素)外,尚含有一种不耐热的非特异性物质,在与抗体共同存在时始具有溶解作用,这种物质就是补体。

三、血清学

继细菌、细胞和毒素之后,又发现无毒的蛋白质亦能引起特异性抗体的形成。抗原与抗体于一定条件下,在试管中可发生特异性结合的可见反应,于是便被用于临床疾病的诊断、血型 and 微生物的鉴定,从而建立了凝集反应、沉淀反应和补体结合反应等血清学方法。如1896年,Widal用患者血清与伤寒杆菌作凝集反应以诊断伤寒;1900年,Landsteiner用凝集反应证明同种红细胞具有不同的抗原特异性,由此建立了ABO血型系统;同年,Bordet和Gengou建立了补体结合试验;1906年,Wassermann等利用补体结合试验诊断梅毒;1897年,Kraus建立沉淀反应;1902年,Neufeld利用荚膜肿胀试验(沉淀反应)对肺炎球菌进行分型。沉淀反应的各种改良法今日已被广泛应用,如1946~1948年,由Oudin、Ouchterlony和EleK发明在凝胶上作沉淀反应,以及其后的多种改良法,在免疫学研究和应用上发挥了很好的作用。

由于在血清学中引进了标记技术,大大提高了抗原抗体反应的敏感性和特异性,并推进了免疫化学的研究。如1941年Coons的荧光抗体法可用于定位组织或细胞中的抗原或抗体;1960年Yalow和Berson的放射性核素标记技术,1966年Avrameas等的酶标记技术,已广泛应用于检测微量抗原或抗体,如生长激素、药物等。

抗体和抗原抗体反应特异性的发现,推动人们对抗原和抗体的理化性质及其特异性的化学基础等方面的研究,逐渐形成免疫化学这一研究领域。应用化学原则研究免疫学并作出重要贡献的首先是Landsteiner,1910年,他用偶氮蛋白的人工结合抗原研究抗原抗体的特异性,并于1921年提出半抗原(hapten)的概念;1934年,Marrack提出抗原抗体结合的格子学说以解释血清学反应现象;1935~1936年,Heidelberger等用肺炎

球菌荚膜多糖抗原进行抗原抗体反应的定量研究；1938年，Tiselius和Kabat创立血清蛋白电泳技术，证明抗体活性在 γ 球蛋白部分，又建立了分离纯化抗体球蛋白的方法；1935年Grabar和Williams以免疫电泳技术发现抗体的不均一性。凡此都推进了免疫化学的发展，以后与此有关的研究集中于抗体的结构、功能、合成以及补体系统的本质等方面，但进展缓慢。

四、免疫学理论

19世纪末，对于抗感染免疫的机制有两派学说。细胞学说由Metchnikoff提出，1882~1884年，他发现海星和水蚤的游走细胞、家兔和人的白细胞对外来侵袭物的吞噬作用，认为是机体的主要防御功能，便在1890年提出了“细胞免疫性”的理论。这一学说稍后遭到一些人的严厉批判，他们的根据是，抗毒素、抗体、补体在没有细胞参与的情况下杀菌、溶菌，从而提出“体液免疫”学说。这两派的论争，直到1903年Wright和Douglas研究证明Metchnikoff的吞噬细胞作用可被免疫血清促进，是由于血清中含有的调理素所发挥的调理作用所致，这才把两派的争论初步统一起来。但特异性细胞免疫直到1942年Chase等成功地用致敏细胞被动转移结核菌素反应给正常豚鼠才得以证明。

自从发现抗体以来，抗体形成机制一直是免疫理论的重要问题。1897年Ehrlich提出“侧锁学说”来解释抗体的形成过程，他认为能形成抗体的细胞表面，具有作为抗原受体的侧链，他推想抗原结合于侧链，引起细胞合成这些侧链，释放于血清中便是抗体，他解释抗原抗体反应的特异性有如锁与钥匙的关系。这种“受体学说”当时和其后相当长时期并没有得到公认和支持，如本世纪30年代由Haurowitz等提出、经Pauling修正的间接模板学说认为，抗原通过干扰细胞核DNA而决定抗体分子构型，即抗原决定了抗体的特异结构，不承认产生抗体的细胞上具有识别抗原的受体，只强调了抗原对机体免疫应答的作用，影响了对机体免疫生物学应有的重视和研究达数十年，而Ehrlich假设的、在免疫细胞表面存在的抗原特异受体，已为现代免疫学研究证实。

五、免疫病理学与免疫生物学

随着抗体的发现与血清疗法的应用，出现了一些与免疫防御机制相矛盾的现象，即免疫病理反应，以及不能用抗体形成来解释的免疫生物学现象。19世纪70年代，Koch用结核杆菌培养上清制备的结核菌素，不但用作预防无效，而且用于治疗时常导致严重的全身过敏反应。1902年，Portier和Richet用海葵浸液对狗作第二次注射时，不但未发生保护反应，反而引起未料到的急性休克死亡。他们将这种反应称之为无保护反应(anaphylaxis)。次年，Arthus记述了Arthus现象，即注射抗原于免疫动物，产生局部特异性坏死损伤。1905年，Pirquet和Shick用马免疫血清作治疗时，发现有些病人出现一系列症状，称之为超敏感性(hypersensitivity)。他们指出，这种反应与病人体

内存在针对马血清的抗体直接相关。1906年Pirquet总结上述现象,提出变态反应(allergy)概念,原意是指机体对抗原的反应能力在时间、量和质上的改变,包括免疫保护和免疫病理反应,其后演变为专指免疫病理反应,与过敏或超敏反应同义。1921年,Plausnitz与Kuestner发现哮喘患者和食物变态反应患者血清可将过敏性被动转移给正常个体,患者血清内引起变态反应的抗体被称为反应素(reagin),这是第一次确认能引起组织损伤的抗体。40多年后(1966—1968),这种抗体始被Ishizaka等证明为IgE。1942年,Landsteiner和Chase更发现迟发型过敏性只能用淋巴结细胞作被动转移,证明这种过敏性不是由血清抗体,而主要是由致敏细胞引起,这对1925年由Zinsser所提出的,存在两型超敏性的概念,即速发型和迟发型超敏的本质差异,提供了实验依据。

1901年,Ehrlich认为机体虽然对异物起免疫反应,但对自身成分却不起免疫反应。并提出“自身中毒禁忌”的概念,这种概念现称为自身耐受性(self tolerance)。但是自身免疫病的发现与这种理论相抵触。如1907年,Donath和Landsteiner自阵发性寒冷血红蛋白尿患者发现了抗自身红细胞的抗体;1938年Domeshek再次发现自身溶血性贫血;1956年Witebsky等证实人和家兔的桥本甲状腺炎是自身免疫病,并建立了多种自身免疫损伤的动物模型,还提出了诊断自身免疫病的标准。

1942年,Felton发现若以少量肺炎球菌多糖注射于小鼠,可使之抵抗相应细菌的感染,但若大量注射,则小鼠无抵抗感染能力,他称之为免疫不反应性,实际上是实验性免疫耐受现象。1945年,Owen发现异卵双生的两头小牛个体中,各存在着抗原性不同的两种血型红细胞,他将这种不同血型红细胞的共存称为血型细胞镶嵌现象。这种不同型细胞在彼此体内互不引起免疫反应,是为天然免疫耐受,这种在胚胎期接受抗原刺激不引起免疫反应而产生免疫耐受的发现,以及免疫耐受的实验,对免疫新理论的形成有很大启发作用。

总之,1910年以前免疫学的研究,发现和记述了大多数基本的免疫现象,但未能解决这些现象的发生机制问题,免疫被认为是机体的防御机能。本世纪40年代以前,免疫学的进展主要是在有关免疫现象的知识的应用和发展,特别在制备免疫血清、血清诊断试剂以及在免疫预防接种等方面。

第二节 现代免疫学简介

本世纪60年代前后,免疫学有了很大发展,形成了新的免疫概念,认识到免疫的本质是识别“自己与非己”,以排除异物;免疫的特征是它的特异性、多样性和记忆性;免疫的多样性反映在机体能对千百万种入侵抗原的识别和产生特异性应答上;而对某种抗原的特异性应答,表明免疫系统中只有某一细胞系被激活,这也表现了免疫应答是如何

精细的；免疫系统的记忆并非单纯的回忆，而是与同样抗原再次遭遇时，具有改变发生反应的能力，即表面标志有所改变了的免疫记忆细胞对抗原的亲和力增高，以及能迅速进行增殖产生再次反应，并受细胞因子等的调节，一般随抗原刺激次数的增多而反应更快更强。

免疫学已发展成为具有许多分支学科的独立学科，除免疫生物学 (immunobiology)、免疫遗传学 (immunogenetics)、分子免疫学 (molecular immunology)、免疫化学 (immunochemistry) 等基础免疫学科外，医学免疫学科中尚有免疫病理学 (immunopathology)、免疫药理学 (immunopharmacology)、免疫毒理学 (immunotoxicology)、神经免疫学 (neuroimmunology)、精神 (心理) 免疫学 [immunopsychology (psychiatry)]、生殖免疫学 (reproductive immunology)、移植免疫学 (transplantation immunology)、肿瘤免疫学 (tumor immunology)、临床免疫学 (clinical immunology) 以及免疫寄生虫学 (immunoparasitology) 等等。以下简述现代免疫学的一些主要成就。

一、免疫生物学

现代免疫学的发展在很大程度上得益于Burnet提出的细胞克隆选择学说 (clonal selection theory)。这一学说解释了许多免疫生物学现象，把对免疫现象的认识，从单纯化学过程的片面观点转变为建立在生物学基础上的比较全面的认识，大大推进了免疫学的发展。Burnet是在NT Jerne的抗体形成天然选择学说和Medawar的人工诱导免疫耐受实验结果的影响下，于1957年提出这一学说的。其要点是，在与抗原接触前，机体内便已存在能识别各种抗原的细胞克隆 (细胞系)，其细胞表面具有识别特定抗原的受体，一种细胞系只能识别一种抗原；抗原的作用只起到选择、活化相应细胞系的作用；若细胞系在胚胎期与相应抗原接触便被破坏、排除或失活，成为禁忌细胞系，机体便形成对该抗原的天然耐受状态。此学说不仅阐明了抗体产生机制，对“自己与非己”的识别作出了比较满意的解释，而且也解答了免疫记忆、免疫耐受、自身免疫等诸多现象，并为人工诱导耐受实验结果和单克隆抗体制备成功所支持，因此，已被大多数免疫学家所接受。

免疫学研究的首要中心是免疫系统对抗原的应答。1960年Nowell意外地发现，有丝分裂原植物血凝素能促使淋巴细胞转化为母细胞，这一发现使人们从淋巴细胞是终末细胞的观念中解脱出来。Jerne和Nordin的集落形成技术又使研究单个抗体形成细胞成为可能，从而推进了细胞免疫学的研究。1956年Glick等发现摘除新生鸡的法氏囊，鸡便不能形成抗体，证明了法氏囊对体液免疫形成的影响；1961年Miller等发现，切除新生小鼠胸腺会使移植排斥反应受损，对依赖胸腺抗原的体液免疫也有影响，后来进一步证明胸腺的作用是使来自骨髓的干细胞发育成T细胞，表明胸腺在免疫应答发生上的重要

作用；Good和其他人报告的先天性丙种球蛋白缺乏症和先天性胸腺发育不良，分别与摘去法氏囊的鸡和切去胸腺的小鼠模型的表现相类似；1968年Claman, Miller, Mitchell等人提出T和B淋巴细胞亚群的划分；Cooper等证明免疫淋巴细胞在外周淋巴组织的分布，由此将免疫器官分为中枢性和外周性两类，并逐渐认识到机体内存在一个主宰和执行免疫功能的免疫系统，它由免疫器官、组织、免疫细胞和免疫分子组成。这种观念有利于运用系统方法的方法论原则（整体性、相互联系、有序性、层次性、动态性、模型化、最优化等原则）指导对免疫的研究，以取得突破性进展。

以T细胞为中心的免疫生物学研究是当代免疫学研究最为活跃的领域之一。对T和B细胞以及辅佐细胞的发生、分化和功能的研究广泛深入；1968年Miller等证明辅助T细胞的存在；1971年Gershon等发现了抑制T细胞；1986年Green等更证明还有反抑制T细胞；它们对免疫应答的调节起着重要作用。1981年Herberman等发现了自然杀伤细胞；应用抗人类T细胞表面抗原的单克隆抗体对T细胞分化抗原统一了命名，建立了CD命名系统。

免疫细胞如何识别抗原是多年来的研究热点，自从发现B细胞表面免疫球蛋白是其识别抗原的受体以后，免疫学家便在积极寻找T细胞识别抗原的受体，但直至80年代才证实其存在，并于1982~1983年由Alliston等和Haskins等分离出来，现对其结构亦已有所了解。

80年代免疫学的一个重大进展是对一系列细胞因子的鉴定，以及对它们的结构、功能、相互作用、受体和临床应用可能性的研究，一些细胞因子已经可以用基因工程技术进行批量生产供临床试用。

由于T细胞生长因子（IL2）在体外培养条件下可使T细胞等长期传代培养，使能应用细胞克隆技术建立了多个T细胞株、NK细胞株和B细胞株，这对研究这些免疫细胞的功能、相互关系和免疫工程等创造了有利条件。

免疫调节过程十分复杂，也是着重研究的课题，各种免疫细胞、免疫分子组成免疫网络相互调控；根据对抗体分子独特型的认识，NK Jerne提出免疫网络学说，试图阐明免疫调节问题。这一学说认为，抗原刺激打破免疫网络的平衡，此时，机体除产生针对抗原的抗体外，也产生针对此抗体的独特型的抗-抗体，和分别针对各组淋巴细胞表面受体独特型的、表面具有抗独特型分子的淋巴细胞。这样，抗体-抗抗体系列和淋巴细胞系-抗淋巴细胞系系列便组成多层次的网络结构，通过负反馈机制的调控，维持机体免疫的相对平衡，而不致无休止地进行反应。这个理论正得到许多实验结果的支持，根据其所提出的并已为实验证明的抗-抗体是抗原内影像、可以代替抗原刺激机体产生抗体，现正试验以抗-抗体代替某些抗原应用于免疫预防的可能性。

实际上，免疫尚受神经递质、内分泌因子等的调控，关于免疫系统—神经内分泌系

统相互间的作用与关系的研究正方兴未艾。

二、免疫化学

自1953年Graba, Williams应用免疫电泳分析法发现免疫球蛋白(immunoglobulin, Ig)是多态性的以后,借助于骨髓瘤免疫球蛋白在理化性质、抗原性和遗传学上的均一性便于免疫球蛋白结构的研究,经过Porter, Edelman, Hilschman和Putnam等的大量工作,建立了Ig的分类;证明了Ig单体的四肽链结构;随后分析了Ig分子的氨基酸序列和分子的空间构型,提出了肽链各功能区的划分。目前,对Ig分子的理化性质、结构、化学分析和生物学功能等问题均已解决,Ig分子的遗传控制的研究亦有很大进展。

对于抗原物质化学结构的研究,主要了解了抗原特异性表现在其分子表面化学基团上。抗原决定簇(表位)结构和免疫原性的分析,促进了纯化疫苗和多肽疫苗的研制。

对补体的研究亦已获得重大进展,分离纯化了补体系统的各种成分,了解了其结构、功能和补体激活途径以及补体与炎症、自身免疫病、免疫缺陷和宿主防御机能的关系等等;补体的基因结构也正在逐渐明瞭。

三、免疫遗传学和分子免疫学

免疫应答受染色体上的基因控制这一重大发现,得益于Snell所培育的、只有单一基因位点差异的纯种动物。多态性免疫应答基因位于主要组织相容性复合体(MHC)上,共有I、II、III三个区,其基因产物分别为I类、II类和III类分子,在免疫过程中,二种细胞的MHC必需一致才能相互发生作用,此即MHC限制性。对人类MHC的研究,为移植组织配型创立了可靠技术和MHC表型与疾病关系研究的开展。

参与免疫应答的各种分子亦由相应基因编码。对抗体分子多态性的遗传控制机制的研究,发现Ig多肽链由V_HD_HJ_HC或V_LJ_LC基因编码,经过基因重排、重组、转录、剪接等步骤,完成编码过程,然后经过转译产生Ig。

补体遗传学也已有相当程度的进展。补体遗传变异的分子基础已基本阐明,也揭示了造成补体机能多样性的某些位点,但为什么一定的变异(例如缺乏)可以或不可以导致疾病则有待研究。

免疫遗传学和分子免疫学的研究进展促进了免疫生物工程技术的发展。

四、技术的发展

现代免疫学的发展没有技术方法的进步是不可能的。超速离心技术,电子显微镜,流式细胞仪,细胞分离、培养技术,纯种动物,特异吸附剂的使用,快速DNA序列分析等等无一不在免疫学研究上发挥了重大作用;基因和细胞的克隆,细胞融合技术的建立和细胞杂交瘤与单克隆抗体的产生,克隆特异的T或B细胞克隆的建立,转基因技术,分子杂交技术,多聚酶链反应技术等等,使人们能应用单一抗原反应的纯细胞群、单一特