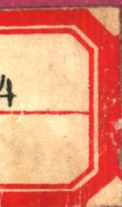


动物免疫学

主 编 杨汉春

中国农业大学出版社



动物免疫学

杨汉春 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物免疫学/杨汉春主编. —北京:中国农业大学出版社,1996.2

ISBN 7-81002-752-2

I. 动… I. 杨… II. 动物;免疫学 N. S852.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 21911 号

出 版 中国农业大学出版社
发 行 新华书店
经 销 新华书店
印 刷 北京 丰华 印刷厂印刷
版 次 1996 年 2 月第 1 版
印 次 1996 年 2 月第 1 次印刷
开 本 16 14.25 印张 330 千字
规 格 787×1092 毫米
印 数 1—3500 册
定 价: 16.00 元

前 言

免疫学的发展日新月异,尤其是进入 70 年代以来,免疫学理论的新成果和实验技术的新方法层出不穷,免疫学的一些概念得到了更新和发展,如在 T 细胞抗原受体的本质及基因结构、抗体的基因结构与多样性的遗传控制、免疫细胞 CD 抗原的本质及在免疫应答中的作用、MHC 分子参与的免疫识别与限制性、细胞因子、免疫调节、基因工程抗体、以及免疫血清学技术等方面都产生了很多新内容、新概念、新理论和新技术。今日之免疫学已成为发展最快、渗透性最强而且最富有生命力的一门生物学科,免疫学在各个生物学科中的应用已使其成为生命科学研究所不可缺少的手段。

为了适应免疫学的发展和兽医专业本科生教学内容的需要,我们组织了中国农业大学、南京农业大学、西南农业大学、安徽农业大学等四所农业院校从事兽医专业本科免疫学教学工作的教师编写了这部《动物免疫学》。本书以基础免疫学和免疫血清学为重点进行编写,全书约 33 万字,分十八章,可作为兽医专业本科生的教材或教师参考书使用,部分内容可供研究生阅读参考。

编者由于受到水平的限制,加之免疫学发展很快,参考资料浩瀚无垠,因此在文献跟踪及内容的组织上难免存在不少疏漏和不足,诚请读者和同道们指正。

在本书的撰写过程中得到了我国兽医免疫学家杜念兴教授的热情支持和关心,谨致衷心的感谢!

编 者

1995 年 11 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 免疫的概念	(1)
一、古典免疫的概念	(1)
二、现代免疫的概念	(1)
第二节 免疫的基本特性	(1)
一、识别自身与非自身	(1)
二、特异性	(2)
三、免疫记忆	(2)
第三节 免疫的基本功能	(2)
一、抵抗感染	(2)
二、自身稳定	(2)
三、免疫监视	(3)
第四节 免疫学的发展简史	(3)
一、经验免疫学时期	(3)
二、实验免疫学时期	(3)
三、免疫学的飞跃时期	(4)
第五节 免疫学在兽医学及农业与生物科学中的应用	(6)
一、免疫学在兽医学中的应用	(6)
二、免疫学在农业和生物科学中的应用	(6)
附:免疫学方面获得诺贝尔奖的主要科学家及其成果	(7)
第二章 抗 原	(8)
第一节 抗原与免疫原的概念	(8)
一、抗原与抗原性	(8)
二、完全抗原与半抗原	(8)
三、免疫原	(8)
第二节 构成免疫原的条件	(8)
一、异物性	(9)
二、分子大小	(9)
三、化学组成、分子结构与立体构象的复杂性	(9)
四、物理状态	(10)
第三节 抗原决定簇	(10)
一、构象决定簇和顺序决定簇	(10)
二、决定簇的大小	(10)
三、决定簇的数量	(11)
四、载体效应	(11)
第四节 抗原的交叉性	(12)

一、不同物种间存在共同的抗原组成	(12)
二、不同抗原分子存在共同的抗原决定簇	(12)
三、不同决定簇之间有部分结构相同	(12)
第五节 抗原分类	(12)
一、根据抗原的性质分类	(12)
二、根据抗原的来源分类	(12)
三、根据对胸腺(T细胞)的依赖性分类	(13)
四、根据化学性质分类	(13)
第六节 重要的天然抗原	(13)
一、微生物抗原	(13)
二、高等生物的抗原	(15)
第七节 人工抗原	(15)
一、合成抗原	(15)
二、结合抗原	(15)
第八节 佐剂	(16)
一、佐剂的概念	(16)
二、佐剂的作用机制	(16)
三、佐剂的类型	(16)
第九节 免疫增强剂	(17)
第三章 } 免疫球蛋白——抗体	(18)
第一节 免疫球蛋白与抗体的概念	(18)
一、免疫球蛋白的概念	(18)
二、抗体的概念	(18)
第二节 免疫球蛋白的分子结构	(18)
一、免疫球蛋白的单体分子结构	(18)
二、免疫球蛋白的水解片段与生物学活性	(21)
三、免疫球蛋白的特殊分子结构	(23)
第三节 免疫球蛋白的多样性	(23)
一、免疫球蛋白的种类	(23)
二、免疫球蛋白的血清型	(25)
第四节 } 各类免疫球蛋白的主要特性与免疫学功能	(26)
一、IgG	(26)
二、IgM	(27)
三、IgA	(27)
四、IgE	(28)
五、IgD	(28)
第五节 抗体产生的克隆选择学说	(29)
一、克隆选择学说的基本思想	(29)
二、克隆选择学说对几个问题的解释	(30)

第六节 人工制备抗体的种类	(30)
一、多克隆抗体	(30)
二、单克隆抗体	(30)
三、基因工程抗体	(33)
第七节 抗体的分类	(34)
一、根据抗原的来源	(34)
二、根据有无抗原刺激	(35)
三、根据与抗原反应的性质	(35)
第四章 免疫系统	(36)
第一节 免疫器官	(36)
一、中枢免疫器官	(37)
二、外周免疫器官	(39)
第二节 免疫细胞	(41)
一、免疫活性细胞——T 细胞和 B 细胞	(42)
二、NK 细胞和 K 细胞	(48)
三、辅佐细胞	(49)
四、其它免疫细胞	(51)
第三节 细胞因子	(51)
一、细胞因子的种类与命名	(52)
二、细胞因子的共同特性	(52)
三、细胞因子的免疫生物学活性	(53)
第五章 免疫应答	(55)
第一节 概述	(55)
一、免疫应答的概念	(55)
二、免疫应答的参与细胞、表现形式与特点	(55)
三、免疫应答产生的场所	(55)
四、抗原的引入与分布	(56)
第二节 免疫应答的基本过程	(56)
一、致敏阶段	(56)
二、反应阶段	(60)
三、效应阶段	(62)
第三节 细胞免疫	(62)
一、细胞毒性 T 细胞与细胞毒作用	(63)
二、T _D 细胞与炎症反应	(63)
三、细胞因子及其免疫生物学活性	(64)
四、细胞免疫效应	(64)
第四节 体液免疫	(65)
一、抗体产生的动力学	(65)
二、抗体的免疫学功能	(66)

第六章 补体系统	(68)
第一节 补体的概念、组成和性质	(68)
一、补体的概念	(68)
二、补体的组成	(68)
三、补体的性质	(68)
第二节 补体的代谢	(69)
一、补体的来源	(69)
二、补体的合成与分解代谢	(69)
第三节 补体系统的激活途径	(70)
一、补体激活的经典途径	(70)
二、补体激活的替代途径	(72)
第四节 补体激活的调节、补体受体与补体系统的遗传控制	(75)
一、补体激活的调节	(75)
二、补体受体	(76)
三、补体系统的遗传控制	(76)
第五节 补体激活后的生物学效应	(77)
一、细胞粘附	(77)
二、调理作用	(77)
三、免疫调节	(77)
四、补体介导的趋化性	(77)
五、补体与凝血过程	(77)
六、补体介导的炎症过程	(77)
七、补体介导的细胞凝聚过程	(78)
第七章 免疫调节	(79)
第一节 抗原对免疫应答的调节作用	(79)
第二节 免疫细胞的调节作用	(79)
一、T细胞的免疫调节作用	(79)
二、B细胞的免疫调节作用	(82)
三、巨噬细胞的免疫调节作用	(83)
四、NK细胞的免疫调节作用	(84)
五、红细胞的免疫调节作用	(84)
六、自身混合淋巴细胞反应的免疫调节作用	(85)
第三节 免疫分子的调节作用	(85)
一、抗体的免疫调节作用	(86)
二、补体的免疫调节作用	(88)
三、细胞因子的免疫调节作用	(89)
第四节 免疫调节的遗传控制	(92)
第五节 神经内分泌免疫网络调节	(93)
一、神经内分泌系统对免疫系统的调节作用	(93)

二、免疫系统对神经内分泌系统的调节作用	(94)
第八章 免疫遗传学	(97)
第一节 免疫球蛋白的基因及其多样性的遗传机制	(97)
一、免疫球蛋白基因	(98)
二、免疫球蛋白基因重排	(101)
三、免疫球蛋白可变区基因的重排机制	(101)
四、免疫球蛋白的基因的类型转换	(102)
五、抗体多样性发生的机制	(103)
第二节 T 细胞受体与 T 细胞受体多样性的发生	(104)
一、T 细胞受体	(104)
二、T 细胞受体基因	(105)
三、T 细胞受体多样性的发生	(107)
第三节 主要组织相容性复合体	(108)
一、概述	(108)
二、MHC 分子的结构、分布和功能	(109)
三、主要组织相容性复合体的基因结构	(110)
四、SLA 的遗传学特点	(113)
五、MHC 的分型方法	(113)
六、免疫应答中 MHC 的功能	(115)
第九章 变态反应	(116)
第一节 过敏反应型(I 型)变态反应	(116)
一、IgE 和肥大细胞	(116)
二、过敏反应的基本过程	(117)
三、产生过敏反应的条件和原因	(118)
四、常见的过敏反应及其控制	(119)
第二节 细胞毒型(II 型)变态反应	(119)
一、II 型变态反应的形成和机理	(119)
二、临床常见的 II 型变态反应种类	(119)
第三节 免疫复合物型(III 型)变态反应	(121)
一、免疫复合物型反应机理	(121)
二、临床常见的免疫复合物疾病	(123)
第四节 细胞免疫或迟发型(IV 型)变态反应	(124)
一、迟发型变态反应的细胞反应机理	(124)
二、临床常见的迟发型变态反应种类	(124)
第十章 抗感染免疫	(126)
第一节 先天非特异性免疫的因素	(126)
一、屏障结构	(126)
二、组织和体液中的抗微生物物质	(127)
三、吞噬细胞	(128)

第二节	获得性特异性免疫的因素	(130)
一、	体液免疫的抗感染作用	(130)
二、	细胞免疫的抗感染作用	(130)
第三节	抗细菌感染免疫	(131)
一、	急性细菌性感染的免疫	(131)
二、	慢性细菌性感染的免疫	(132)
第四节	抗病毒感染免疫	(132)
一、	干扰素	(132)
二、	体液免疫	(132)
三、	细胞免疫	(133)
第五节	抗寄生虫感染的免疫	(133)
一、	对原虫的免疫	(133)
二、	对蠕虫的免疫	(134)
第十一章	免疫防治	(136)
第一节	概 述	(136)
第二节	天然获得性免疫	(136)
一、	天然被动免疫	(136)
二、	天然主动免疫	(137)
第三节	人工获得性免疫	(137)
一、	人工被动免疫	(137)
二、	人工主动免疫	(138)
三、	疫苗的使用	(142)
四、	免疫失败	(143)
第十二章	免疫技术概论	(146)
第一节	免疫血清学技术	(146)
一、	免疫血清学技术的类型	(146)
二、	免疫血清学反应的一般特点	(146)
第二节	细胞免疫技术	(148)
第三节	免疫制备技术	(149)
第四节	免疫技术的应用	(150)
一、	疾病诊断	(150)
二、	动植物生理活动研究	(150)
三、	物种及微生物鉴定	(150)
四、	动物、植物性状的免疫标记	(150)
五、	免疫增强药物和疫苗研究	(150)
六、	发病机理研究	(150)
七、	分子生物学研究领域	(151)
第五节	免疫技术发展趋向	(151)
第十三章	凝聚性试验	(152)

柳

第一节 凝集试验	(152)
一、凝集试验的种类	(152)
二、直接凝集试验	(154)
三、间接血凝试验	(155)
四、乳胶凝集试验	(157)
五、协同凝集试验	(158)
第二节 沉淀试验	(158)
一、沉淀试验的种类	(159)
二、环状沉淀试验	(159)
三、琼脂免疫扩散试验	(159)
四、免疫电泳技术	(160)
第十四章 标记抗体技术	(163)
第一节 酶标抗体技术	(163)
一、原理	(163)
二、用于标记的酶	(164)
三、抗体的酶标记	(165)
四、酶标抗体技术类型	(166)
五、常用的酶标抗体技术	(167)
六、酶标抗体技术的应用	(170)
第二节 荧光抗体标记技术	(171)
一、荧光发射的原理	(171)
二、荧光色素	(172)
三、荧光素标记	(173)
四、荧光抗体染色	(174)
五、荧光显微镜检查	(175)
六、荧光抗体标记技术的应用	(175)
第三节 放射免疫标记技术	(176)
一、原理	(176)
二、标记用同位素	(179)
三、放射性同位素的标记	(179)
四、常用的放射免疫技术	(180)
五、放射免疫技术的应用	(182)
第十五章 补体参与的检测技术	(184)
第一节 概述	(184)
第二节 补体结合试验	(184)
一、材料的准备和滴定	(184)
二、正式试验	(187)
三、补体结合试验的改进	(188)
第三节 免疫粘附血凝试验	(188)

一、材料准备	(188)
二、正式试验	(189)
第四节 被动红细胞溶解试验	(189)
一、抗原吸附红细胞(致敏)	(189)
二、待检血清	(190)
三、溶血试验	(190)
✓ 第十六章 中和试验	(191)
第一节 概 述	(191)
第二节 终点法中和试验	(191)
一、固定病毒稀释血清法	(191)
二、固定血清稀释病毒法	(193)
第三节 空斑减少试验	(193)
✓ 第十七章 免疫检测新技术	(195)
一、化学发光免疫测定	(195)
二、SPA 免疫检测技术	(195)
三、生物素-亲和素免疫检测技术	(196)
四、胶体金免疫检测技术	(197)
五、免疫电镜技术	(197)
六、免疫传感技术	(198)
✓ 七、免疫转印技术	(198)
八、免疫核酸探针技术	(198)
九、免疫 PCR 技术	(198)
十、免疫沉淀	(199)
第十八章 细胞免疫检测技术	(200)
第一节 T 细胞 E 玫瑰花环试验	(200)
一、概 述	(200)
二、总 E(Et)玫瑰花环试验	(201)
三、应 用	(202)
第二节 T 细胞亚群检测技术	(202)
一、概 述	(202)
二、间接免疫荧光法检测 CD 抗原	(202)
三、应 用	(202)
第三节 淋巴细胞转化试验	(203)
一、概 述	(203)
二、形态学检测法	(203)
三、 ³ H-TdR 掺入法	(204)
四、应 用	(204)
第四节 细胞毒性 T 细胞试验	(204)
一、概 述	(204)

二、形态学检查法	(205)
三、 ⁵¹ Cr 释放法	(205)
四、应用	(206)
第五节 白细胞介素测定	(206)
一、概述	(206)
二、IL-1 胸腺细胞增殖试验	(206)
三、IL-2 依赖细胞株增殖法	(207)
四、IL-2 的 MTT 比色分析法	(207)
五、应用	(207)
第六节 干扰素的测定	(208)
一、概述	(208)
二、病变抑制法	(208)
三、应用	(209)
参考文献	(210)

第一章 绪 论

免疫学(immunology)是研究抗原性物质、机体的免疫系统和免疫应答的规律和调节以及免疫应答的各种产物和各种免疫现象的一门生物科学,它是和医学与兽医微生物学同时诞生的。从50年代以来,免疫学在理论和实践方面都产生了飞跃的发展,已形成了一门独立的、富有生命力的新兴学科。近20年来,随着生物化学、分子生物学等学科的发展,免疫学的研究亦已进入分子水平时代,而且向其它很多学科渗透,已成为生命学科研究所不可缺少的一门学科。

动物(兽医)免疫学与医学免疫学的研究内容基本是一致的,只不过各有侧重,除基础免疫学方面而外,医学领域侧重于临床免疫学方面,而动物免疫学则侧重于免疫血清学诊断与免疫学防治。

第一节 免疫的概念

一、古典免疫的概念

免疫(immune)的概念经过了一个变迁的过程,即从古典免疫到现代免疫的变更。在Jenner和Pasteur时代,免疫的概念是指动物(或人)机体对微生物的抵抗力和对同种微生物的再感染的特异性的防御能力。然而随着免疫学的发展和研究的深入,发现很多现象如过敏反应,动物的血型,移植排斥反应,自身免疫病等均与病原微生物的感染无关。因此,对免疫这个概念应赋予新的内涵,从而形成了现代免疫的概念。

二、现代免疫的概念

现代免疫的概念已不再局限于抵抗微生物感染这个范围,它是指动物(人)机体对自身(self)和非自身(nonsel)的识别,并清除非自身的大分子物质,从而保持机体内、外环境平衡的一种生理学反应。执行这种功能的是动物(人)机体的免疫系统,它是动物在长期进化过程中形成的与自身内(肿瘤),外(微生物)敌人作斗争的防御系统,能对非经口途径进入体内的非自身大分子物质产生特异性的免疫应答,从而使机体获得特异性的免疫力,同时又能对内部的肿瘤产生免疫反应而加以清除,从而维持自身稳定。

第二节 免疫的基本特性

一、识别自身与非自身(recognition of self and nonself)

动物机体具有良好的免疫功能,即能识别自身与非自身的大分子物质,这是机体产生免疫

应答的基础。动物机体识别的物质基础是存在于免疫细胞(T淋巴细胞,B淋巴细胞)膜表面的抗原受体,它们能与一切大分子抗原物质的表位(epitope),即抗原决定簇结合。动物机体的这种识别功能是相当精细的,不仅能识别存在于异种动物之间的一切抗原物质,而且对同种动物不同个体之间的组织和细胞,即使这些细胞和蛋白成分存在微细的差别也能加以识别。同种动物不同个体之间的组织移植排斥反应就是基于这种识别能力。

动物体免疫系统的识别功能对保证机体的健康是极其重要的,一旦识别功能降低就会导致对“敌人”的宽容,从而降低或丧失对病原微生物或肿瘤的防御能力;识别功能的紊乱,则会导致严重的功能失调,如把自身的组织或细胞当作“敌人”,从而引起自身免疫疾病。

二、特异性(specificity)

机体的免疫应答和由此产生的免疫力具有高度的特异性,即具有很强的针对性,如接种鸡新城疫疫苗可使鸡产生对新城疫病毒的抵抗力,而对其它病毒如马立克氏病毒无抵抗力;而对于某些多血清型的病原,应用某一血清型的疫苗免疫接种,免疫动物也只能产生针对该血清型病原的保护力。

三、免疫记忆(immunological memory)

免疫具有记忆功能。动物机体对某一抗原物质或疫苗产生免疫应答,体内产生体液免疫(抗体)和细胞免疫(致敏淋巴细胞及淋巴因子),而经过一定时间,这种抗体消失,但免疫系统仍然保留对该抗原的免疫记忆,若用同样抗原物质或疫苗加强免疫时,机体可迅速产生比初次接触抗原时更多的抗体,这就是免疫记忆现象。细胞免疫同样具有免疫记忆。动物患某种传染病康复后或用疫苗接种后之所以可使动物产生长期的免疫力,即是归功于免疫记忆。这种免疫记忆功能是由于机体在初次接触抗原物质的同时,除刺激机体形成产生抗体的细胞(浆细胞)和致敏淋巴细胞外,与此同时也形成了免疫记忆细胞,可对再次接触的抗原物质产生更快的免疫应答。

第三节 免疫的基本功能

一、抵抗感染(defence)

又称免疫防御(immunological defence),是指动物机体抵御病原微生物的感染和侵袭的能力。动物的免疫功能正常时,就能充分发挥对由呼吸道、消化道、皮肤和粘膜等途径进入动物体内的各种病原微生物的抵抗力,通过机体的非特异性和特异性免疫,将微生物歼灭。若免疫功能异常亢进时,可引起传染性变态反应;而免疫功能低下或免疫缺陷,可引起机体的反复感染。

二、自身稳定(homeostasis)

又称免疫稳定(immunological homeostasis)。在动物的新陈代谢过程中,每天都有大量的细胞衰老死亡,这些失去功能的细胞积累在体内,会影响正常细胞的功能活动。免疫的第二个

重要功能就是把这些细胞清除出体内,以维护机体的生理平衡。若此功能失调,则可导致自身免疫性疾病。

三、免疫监视(immunological surveillance)

机体内的细胞常因物理、化学和病毒等致癌因素的作用而突变为肿瘤细胞,这是体内最危险的敌人。动物机体免疫功能正常时即可对这些肿瘤细胞加以识别,然后调动一切免疫因素将这些肿瘤细胞清除,这种功能即为机体的免疫监视。若此功能低下或失调,则可导致肿瘤的发生。

第四节 免疫学的发展简史

从免疫学诞生到今天,纵观该学科的发展过程,大致可分为三个发展时期,即经验免疫学时期,实验免疫学时期和免疫学的飞跃时期。

一、经验免疫学时期

这个时期大约从 11 世纪到 18 世纪末。人类在长期实践和同疾病作斗争的过程中,积累了大量的朴素的免疫学知识,如观察到很多传染病(如麻疹,天花,腮腺炎,马腺疫等),在其康复后,很少再患同一类疫病。早在宋真宗时代(约 11 世纪),我国民间医学家就创立了预防天花的种痘法,应用良性天花患者的干燥痂皮制成粉末进行吹鼻免疫接种,可以说这是最早的人工接种方法。该法曾一度传入中近东,并在 18 世纪初,被英国驻土耳其大使的夫人(Wortley Montague)归国时引入欧洲。但由于该法是用强毒接种,具有很大的危险性,因此在 1840 年被停止使用。1798 年英国医生琴纳(Edward Jenner)受到挤奶女工大多不感染天花的启发,创立了应用牛痘脓疮制成疫苗预防天花的接种方法,至此宣告了免疫学的诞生。Jenner 的这种方法称为种痘法(vaccination),传染病学中的“预防接种”一词即源于此,并将疫苗称为 vaccine。Jenner 的这种发明因此获得英国国会的奖金。

二、实验免疫学时期

从 18 世纪末到 20 世纪初为实验免疫学时期。自 Jenner 创立种痘法之后,大约近一个世纪免疫学没有任何进展。到 19 世纪末,微生物病原研究取得突破后,免疫学在人工主动免疫和被动免疫以及免疫应答机制方面取得了大量的研究进展。Pasteur(1881~1885)在数年的时间里成功地研制出鸡霍乱,炭疽,狂犬病弱毒疫苗。Salmon 和 Smith(1886)采用加热杀死的鸡霍乱菌制成灭活疫苗。Pfeiffer(1889)用霍乱弧菌的死菌苗免疫豚鼠,能保护同源细菌的攻击,但不能抵抗其它菌株,由此证明了免疫现象具有高度的特异性。当时在免疫机制方面形成了两大派别,一是“细胞免疫学说”,二是“体液免疫学说”;Metchinikoff(1883)由于发现吞噬细胞的吞噬作用,而提出“细胞免疫学说”;Nuttal(1888)和 Buchner(1889)发现血清的杀菌作用和血清中存在的一种非耐热性的杀菌因子,当时称为防御素(alexin),即补体(complement)。Behring 和北里(1890)发现用破伤风毒素免疫的动物的血清中存在一种能中和毒素的因子,即抗体(antibody),称为抗毒素(antitoxin)。1894 年 Pfeiffer 发现免疫血清对细菌有特异性溶解作用。Durham 和 Gruber(1896)发现免疫血清凝集细菌的作用,并应用凝集试验诊断细菌性传染病。

Paul, Ehrlich(1889~1900)创立了毒素和抗毒素的定量标准化方法,并提出抗体产生的侧链学说(side chain theory),试图解释抗体产生的机制。Bordet(1898)较好地阐明了免疫血清溶菌作用中的抗体和补体的作用。在以上实验的基础上,以 Ehrlich 为首的一派学者提出了免疫现象的“体液免疫学说”,而与细胞免疫学说形成对立。直到 20 世纪初,Wright(1903)观察到免疫血清能显著增强白细胞的吞噬作用,并将此种抗体称之为调理素(opsonin),从而将细胞免疫与体液免疫联系起来。

三、免疫学的飞跃时期

20 世纪初至今是免疫学的飞跃时期。免疫学进入 20 世纪以来,随着各生物学科的发展,在很多方面进行了深入研究,取得了很大的发展,许多免疫现象得到了完满的阐明,尤其近 20 年来,免疫学无论在理论上还是实践上均取得了突飞猛进的发展,突出表现在形成了众多分枝学科和边缘学科。主要的分枝学科有:免疫生物学(immunobiology),免疫化学(immunochemistry),免疫血清学(immunoserology),免疫遗传学(immunogenetics),免疫病理学(immunopathology),肿瘤免疫学(tumor immunology),分子免疫学(molecular immunology)等。如今免疫学已成为一门发展十分迅速的生物学科和探索很多生命现象所不可缺少的工具。

免疫学进入 70 年代以来,分子生物学及遗传学技术为免疫学插上了腾飞的翅膀,免疫学的研究也进入了分子水平时代,并在免疫遗传学,免疫化学,免疫生物学等方面取得了重大的突破。

20 世纪以来,免疫学的主要成就表现在以下几方面:

(一) 在免疫生物学方面 抗体和补体对红细胞的溶解、ABO 血型、动物对异种蛋白产生抗体、异嗜性抗原等现象的发现,使人们认识到抗体的产生不限于病原微生物,而是一种对异种蛋白的普遍反应。抗体的发现引起许多学者对抗体产生机制的研究,Ehrlich(1897), Breil, Haurowitz 和 Pauling(1940), Jerne(1955)分别先后提出抗体产生的侧链学说(side chain theory),诱导学说(instruction theory),和自然选择学说(natural selection theory),这些学说都没能完满地解释抗体产生的机制,直到 1959 年 Burnet 在研究免疫耐受性和 Jerne 的自然选择学说的基础上,提出了举世公认的克隆选择学说(clonal selection theory),才合理地解释了诸如免疫反应的特异性,免疫记忆,免疫识别和免疫耐受性等免疫学中的核心问题。这一学说奠定了现代免疫生物学研究的理论基础。

证实和阐明了免疫系统在机体免疫应答中的主导地位,明确了各免疫器官的免疫功能和地位。禽类法氏囊的免疫功能是免疫学在 50 年代的一个重要发现。通过对免疫系统的深入研究,明确了 T、B 淋巴细胞及各免疫细胞在免疫应答中的作用。70 年代 Jerne 提出了免疫网络学说(immune network theory),进一步发展了克隆选择学说。近 20 年来对 T、B 淋巴细胞的抗原受体、免疫应答过程中的识别、信号传递以及细胞产物(细胞因子)等进行了深入研究。利用单克隆抗体技术及分子生物学技术对 T、B 淋巴细胞及其它免疫细胞的分化(CD)抗原的化学本质,分子结构,免疫生物学功能的研究,使对免疫应答的研究进入了分子水平。迄今已发现和命名了近 130 种淋巴细胞 CD 抗原分子,并明确了很多 CD 抗原分子在机体免疫应答中的作用。

在免疫应答的调节方面,现代免疫学研究表明,动物机体免疫系统内部存在着许多调控网络,一是免疫分子如抗原、细胞因子、抗体、补体的调节作用;二是免疫细胞之间的调节网络;三