


全国高等学校医学规划教材  
(专科教育)

# 医学免疫学与微生物学

主编 孙万邦

ShengLi  
5528

IAO

 高等教育出版社  
Higher Education Press

全国高等学校医学规划教材  
(专科教育)

# 医学免疫学与微生物学

主 编 孙万邦



高等教育出版社  
Higher Education Press

## 内容简介

《医学免疫学与微生物学》为全国高等学校医学规划教材(专科教育)。全书共 34 章,分两部分,第一部分 10 章为医学免疫学,第二部分 24 章为医学微生物学。主要介绍免疫学基础,细菌和病毒的总论,同时也扼要介绍了临床免疫、细菌各论、病毒各论、立克次体、支原体、衣原体、螺旋体及放线菌和真菌。为方便学生掌握重点和复习,全书各章都列有目的要求和复习考题,供学习和复习时参考。

本书可供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业专科生使用,亦可供生物学科类本科生使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

医学免疫学与微生物学/孙万邦主编. —北京:高等教育出版社,2005.7

ISBN 7-04-017343-3

I. 医... II. 孙... III. ①医药学:免疫学-医学院校-教材②医药学:微生物学-医学院校-教材  
IV. R3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 055207 号

策划编辑 席雁 责任编辑 薛玥 封面设计 张楠 责任绘面 朱静  
版式设计 王艳红 责任校对 俞声佳 责任印制 杨明

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
印刷	北京未来科学技术研究所 有限责任公司印刷厂		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
开本	787×1092 1/16	版次	2005年7月第1版
印张	21.25	印次	2005年7月第1次印刷
字数	510 000	定价	28.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17343-00

# 出版说明

为配合教育部的“高等学校教育教学质量与教学改革工程”，促进医学高等专科学校教育教学与教材改革，提高教学水平，我社组织全国数百位从事和曾经从事医学专科教育的专家和学者编写了本套医学专科教育教材，愿此凝聚众多学者智慧与汗水的教科书，能给我国的医学专科教材建设注入更多的活力，以推动医学专科教育改革加速发展。

本套教材针对专科医学教育特点编写，在以下方面进行了创新和探索：①注重对学生创新思维、分析解决问题的能力以及综合素质的培养；②结合医学专科生将来工作在基层医疗单位，面对的是广大群众，因此所设章节涵盖知识面较广；③既注重基本知识和基本理论的传授，又适当地更新及增添了部分内容，有利于学生继续学习，如专升本等进一步深造；④抽象或繁杂的内容辅以简明的图表，有些教材根据需要每章文末附有复习思考题或/和全章小结，以利于学生学习掌握主要内容。

## 全国高等学校医学规划教材 (专科教育)

医用化学	于敬海	病理学	苏琦
生物化学	程牛亮	病理生理学	李文林
人体解剖学	迟焕芳	医学心理学	何全彩
组织学与胚胎学	高福祿	诊断学	李英
生理学	张翼	内科学	唐其柱
医学免疫学与微生物学	孙万邦	外科学	林木生
药理学	李胜男	儿科学	农光民

高等教育出版社医学分社

2005年3月

## 本书编写人员

主 编 孙万邦

副主编 左 丽 司传平 王 辉

编 者 (以姓氏拼音为序)

马立人	华北煤炭医学院	王 辉	新乡医学院
王 慧	徐州医学院	左 丽	贵阳医学院
司传平	济宁医学院	孙万邦	遵义医学院
吴中明	遵义医学院	李争鸣	怀化医学高等专科学校
陈峥宏	贵阳医学院	张晓莉	牡丹江医学院
张博芬	沈阳医学院	林英姿	海南医学院

# 前 言

高等教育出版社关于全国高等学校医学规划教材(专科教育)编写原则和要求,强调了教材要专科定位明确,适教适学,为临床服务的原则。编委会根据这个原则和各校在专科教学的实践经验,确定在本教材中注重基本理论,基本知识和基本技能的培养,同时要适用执业医师资格考试的要求。强调基础与临床结合,特别是病原生物的致病性与诊断和防治有机结合。

医学免疫学是一门发展很快的学科,内容浩瀚,医学微生物学近30年来也发展迅速,特别是新的病原微生物的不断发现,如HIV、朊粒、SARS病毒、高致病性禽流感病毒的感染与流行,说明人类与病原微生物的斗争任重而道远。学科的飞速发展,内容的不断增加,限于教学课时的要求,在教材内容上我们进行了大胆的精选。建议教学理论学时为50~60学时。鉴于各校学时不同,教学中在重点保证主要内容的基础上,可根据各地病原微生物感染与传播情况,选择细菌各论、病毒各论和其他原核微生物密切相关的教学内容。

本教材编写工作能顺利完成,得到了各编写院校的教务处和同道们的大力支持。本教材编委会秘书余妍老师在编写中做了大量联络和文字统校工作,济宁医学院高琦老师为全书插图的精心绘制付出了辛勤的劳动,在此一并致谢。

限于我们的学识水平和编写能力,教材中难免有不妥之处,在此恳切希望各校师生提出批评、建议。

孙万邦

2004年12月30日

# 目 录

## 第一篇 医学免疫学

免疫学绪论 .....	3	第一节 主要组织相容性复合体 .....	55
第一章 抗原 .....	6	第二节 HLA 分子的结构、分布和功能 .....	58
第一节 抗原的基本概念和特性 .....	6	第三节 HLA 在医学上的实际意义 .....	61
第二节 影响抗原分子免疫原性的因素 .....	7	第六章 免疫应答 .....	65
第三节 抗原的特异性与交叉反应 .....	8	第一节 适应性免疫应答的基本过程 .....	65
第四节 抗原的种类 .....	11	第二节 免疫应答的抗原识别 .....	66
第五节 医学上重要的抗原 .....	12	第三节 B 细胞介导的免疫应答 .....	68
第六节 佐剂 .....	15	第四节 T 细胞介导的免疫应答 .....	73
第二章 抗体与免疫球蛋白 .....	16	第七章 抗感染免疫 .....	77
第一节 免疫球蛋白的结构 .....	16	第一节 抗细菌免疫 .....	77
第二节 免疫球蛋白的免疫原性 .....	20	第二节 抗病毒免疫 .....	81
第三节 各类免疫球蛋白的特性和功能 .....	21	第三节 抗真菌免疫 .....	83
第四节 抗体的生物学作用 .....	22	第八章 超敏反应 .....	85
第五节 免疫球蛋白的基因及其表达 .....	23	第一节 I 型超敏反应 .....	85
第六节 抗体的人工制备 .....	24	第二节 II 型超敏反应 .....	90
第三章 补体系统 .....	26	第三节 III 型超敏反应 .....	92
第一节 补体概述 .....	26	第四节 IV 型超敏反应 .....	94
第二节 补体系统的激活 .....	27	第九章 免疫学应用 .....	97
第三节 补体活化的调控 .....	31	第一节 免疫学检测与诊断 .....	97
第四节 补体的生物学作用 .....	32	第二节 免疫预防 .....	103
第四章 免疫系统 .....	34	第三节 免疫调节与治疗 .....	107
第一节 免疫器官 .....	34	第十章 临床免疫 .....	112
第二节 免疫细胞 .....	40	第一节 免疫耐受与自身免疫 .....	112
第三节 细胞因子 .....	48	第二节 免疫缺陷 .....	120
第四节 白细胞分化抗原和黏附分子 .....	51	第三节 肿瘤免疫 .....	126
第五章 主要组织相容性抗原 .....	55		

## 第二篇 医学微生物学

微生物学绪论 .....	135	第三节 弯曲菌属 .....	208
第十一章 医学微生态 .....	137	第四节 幽门螺杆菌 .....	209
第一节 正常菌群 .....	137	<b>第十九章 呼吸道感染细菌</b> .....	212
第二节 微生态平衡与失调 .....	139	第一节 结核分枝杆菌 .....	212
<b>第十二章 细菌的形态与结构</b> .....	141	第二节 麻风杆菌 .....	217
第一节 细菌的形态 .....	141	第三节 白喉棒状杆菌 .....	217
第二节 细菌的结构 .....	142	第四节 嗜肺军团菌 .....	219
第三节 细菌的形态检查法 .....	148	<b>第二十章 动物源性细菌</b> .....	221
<b>第十三章 细菌的生理</b> .....	150	第一节 炭疽杆菌 .....	221
第一节 细菌的生长繁殖与代谢 .....	150	第二节 鼠疫耶氏菌 .....	223
第二节 细菌的人工培养 .....	154	第三节 布氏杆菌 .....	224
<b>第十四章 细菌的遗传与变异</b> .....	157	<b>第二十一章 厌氧性细菌</b> .....	227
第一节 细菌的遗传物质 .....	157	第一节 厌氧芽胞梭菌属 .....	227
第二节 细菌变异的类型与现象 .....	160	第二节 无芽胞厌氧菌 .....	231
第三节 遗传型变异发生的机制 .....	161	<b>第二十二章 其他细菌</b> .....	234
第四节 遗传与变异在医学中的应用 .....	163	第一节 铜绿假单胞菌 .....	234
<b>第十五章 消毒与灭菌</b> .....	166	第二节 流感嗜血杆菌 .....	235
第一节 消毒与灭菌的概念 .....	166	第三节 百日咳鲍特菌 .....	235
第二节 热力消毒灭菌法 .....	166	<b>第二十三章 病毒的基本性状</b> .....	237
第三节 除菌、灭菌的其他物理方法 .....	168	第一节 病毒的形态结构及化学组成 .....	238
第四节 化学消毒灭菌法 .....	168	第二节 病毒的增殖与干扰现象 .....	240
<b>第十六章 细菌的致病性</b> .....	172	第三节 理化因素对病毒的影响 .....	243
第一节 细菌的致病性 .....	172	第四节 病毒的致病性 .....	243
第二节 感染的发展 .....	175	第五节 病毒感染的实验室检查 .....	248
第三节 细菌感染的检查程序 .....	177	第六节 病毒感染的防治原则 .....	249
第四节 医院内感染及控制 .....	179	<b>第二十四章 呼吸道感染病毒</b> .....	252
<b>第十七章 化脓性球菌</b> .....	182	第一节 流行性感冒病毒 .....	253
第一节 葡萄球菌属 .....	182	第二节 麻疹病毒 .....	256
第二节 链球菌属 .....	185	第三节 腮腺炎病毒 .....	257
第三节 肺炎链球菌 .....	189	第四节 风疹病毒 .....	258
第四节 奈瑟菌属 .....	190	第五节 SARS 冠状病毒 .....	258
<b>第十八章 肠道感染细菌</b> .....	195	<b>第二十五章 肠道感染病毒</b> .....	261
第一节 肠杆菌 .....	195	第一节 脊髓灰质炎病毒 .....	262
第二节 弧菌属 .....	205	第二节 柯萨奇病毒 .....	263



第三节 急性胃肠炎病毒.....	263	第二节 人类嗜 T 细胞病毒.....	296
<b>第二十六章 肝炎病毒.....</b>	<b>265</b>	<b>第三十章 其他病毒.....</b>	<b>298</b>
第一节 甲型肝炎病毒.....	265	第一节 狂犬病毒.....	298
第二节 乙型肝炎病毒.....	268	第二节 人乳头瘤病毒.....	300
第三节 丙型肝炎病毒.....	273	<b>第三十一章 朊粒.....</b>	<b>302</b>
第四节 其他肝炎病毒.....	275	<b>第三十二章 螺旋体.....</b>	<b>303</b>
<b>第二十七章 疱疹病毒.....</b>	<b>278</b>	第一节 梅毒螺旋体.....	303
第一节 单纯疱疹病毒.....	278	第二节 钩端螺旋体.....	305
第二节 水痘-带状疱疹病毒.....	280	<b>第三十三章 其他原核微生物.....</b>	<b>309</b>
第三节 巨细胞病毒.....	281	第一节 立克次体.....	309
第四节 EB 病毒.....	283	第二节 衣原体.....	311
第五节 人类疱疹病毒 6 型和 7 型.....	285	第三节 支原体.....	314
<b>第二十八章 虫媒病毒和出血热</b>		第四节 放线菌.....	316
<b>病毒.....</b>	<b>286</b>	<b>第三十四章 真菌.....</b>	<b>318</b>
第一节 流行性乙型脑炎病毒.....	286	第一节 真菌概述.....	318
第二节 登革病毒.....	288	第二节 主要病原性真菌.....	321
第三节 汉坦病毒.....	290	第三节 真菌感染的实验室检查.....	324
<b>第二十九章 反转录病毒.....</b>	<b>293</b>	第四节 真菌感染的防治原则.....	324
第一节 人类免疫缺陷病毒.....	293	<b>主要参考文献.....</b>	<b>326</b>

# 第一篇

## 医学免疫学



# 免疫学绪论

---

## 目的要求：

1. 掌握免疫的概念及功能。
  2. 了解免疫发展简史。
- 

关于免疫的现象人类很早就有认识,早在 17 世纪我国就正式记载接种“人痘苗”预防天花,但免疫学作为一门独立学科,是 20 世纪 80 年代在认识抗感染免疫的基础上,通过对免疫现象本质的研究,对抗体、抗原、免疫系统的深入探讨中,在不断取得一系列重要研究进展后逐渐形成的。现代免疫学已经成为生命科学的一门前沿学科。

## 一、免疫的概念

### (一) 现代免疫学的概念

免疫(immune)是从拉丁文 *immunitas* 衍生而来,其原意是免除服役或免除苛税之意,而后引申为免除瘟疫,也就是抗感染之意,即阻止病原体侵入机体,成中和毒素,或中和病毒,并且认为这种效应对机体是有利的。可是,在 20 世纪,发现了一些与抗感染无关的免疫现象,如注射一种动物血清引起的血清病,血型不符输血引起的输血后溶血反应,人食人某些食物、或应用某些药物引起的过敏反应等。对这些发现的科学分析,动摇了对免疫较为片面、狭隘的认识。事实上,免疫应答不一定必须由病原因子引起,免疫功能也不仅限于抗感染,免疫应答的后果并不都对机体有利。

现代免疫认为,免疫(immunization)是机体接触“抗原性异物”成“异己成分”的一种特异性生理反应,其作用是识别和排除抗原性异物,并以自身调节维持机体的生理平衡,维持自身耐受。这些维持机体内环境稳定的生理反应,通常对机体有利,但在某些条件下(如对自身物质的识别与排除等)也可造成对机体组织细胞的损伤成生理功能紊乱。所以,现代免疫的概念可以概括地指机体识别和排除抗原性异物的生理功能。

免疫学作为一门新兴的学科已涉及生物学、基础医学及临床医学的许多分支。作为一门医学主干课程,医学免疫学是:研究人体免疫系统的组成,免疫系统对抗原性异物刺激产生免疫应答的机制及规律;研究在免疫应答过程中各类免疫细胞所起的作用,以及免疫细胞和免疫分子的相互关系;研究它们如何调节复杂的免疫应答,以及免疫应答产物如何发挥免疫效应;应用免疫学理论和技术对疾病进行诊断、预防和治疗等诸多方面。

### (二) 免疫的功能和表现

免疫功能是指免疫系统在识别和排除抗原过程中所发挥的各种生物学效应的总称,表现在

若干方面。在正常生理情况下,可以此维持机体内环境的相对稳定起保护作用,但免疫功能失调又可使机体发生免疫病理变化。总结起来可归纳为四方面的功能。

1. 免疫防御 是针对外来抗原物质(如微生物或其毒素)的一种免疫保护作用,或称抗感染免疫,这种免疫防御功能正常时能防止外界病原体的入侵,及时清除入侵的病原微生物,或中和细菌毒素等效应。但如果此种免疫应答表现过于强烈,则可在清除抗原的同时造成组织损伤或生理功能紊乱,其结果是发生超敏反应。另一方面,免疫防御功能低下或缺如,其结果是易发生严重感染或免疫缺陷病。

2. 免疫调节 是免疫系统内部自控调节的机制,以维持免疫功能在生理范围内的相对稳定,如及时清除损伤或衰老细胞,介导细胞与细胞、细胞与体液间的调节,参与神经系统及内分泌系统之间的网络调节。如果此种功能失调,免疫系统将把自身组织作为非己物质处理,而产生自身免疫应答,导致自身免疫病的发生。

3. 免疫监视 体内有控制体细胞发生突变的抗肿瘤的重要免疫机制,主要由体内的细胞免疫应答完成。如免疫监视功能低下,就有发生肿瘤的可能,或导致病毒的持续感染。

4. 免疫耐受 机体免疫系统在胚胎发育期,未成熟的 T 淋巴细胞及 B 淋巴细胞接触抗原后,针对接触抗原在出生后不产生应答,这种先天的耐受对维持机体生理平衡,对维持自身组织细胞免受免疫细胞应答,不引起自身免疫病是十分有利的,一旦免疫细胞认识自身组织细胞,其结果将发生自身免疫。

## 二、免疫学的兴起与发展

古代人们早已认识到天花是一种烈性传染病,一旦与患者接触,几乎都将感染,且死亡率极高。但已康复者去护理天花患者,则不会再得天花。这种免除瘟疫的现象,是“免疫”一词的最早概念。我国祖先在这个现象的启发下,开创了预防天花的人痘接种法。大量古书记载表明,我国在明隆庆年间(1567—1572),人痘已经广泛使用,并先后传至俄国、朝鲜、日本、土耳其和英国等国家。人痘接种预防天花是我国预防医学上的一大贡献。

18 世纪末,英国琴纳(Edward Jenner)创用牛痘预防天花,为免疫预防开辟了广阔途径。随后,巴斯德研制鸡霍乱、炭疽和狂犬病疫苗并获成功。德国 Behring 在 1891 年用含白喉抗毒素的动物免疫血清成功地治愈一名白喉女孩,此为第一个被动免疫治疗的病例,自此引起科学家们从血清中寻找杀菌、抗毒物质,推动血清学的发展。人们对感染免疫现象本质的认识始于 19 世纪末。当时有两种不同的学术观点。一派以俄国梅契尼可夫为首的吞噬细胞学说,另派以德国爱利希(Paul Ehrlich)为代表的体液免疫学说。两派的长期争论推动了免疫理论的深入研究。

1957 年,Burnet 提出了关于抗体生成的克隆选择学说。该学说的基本观点是将机体的免疫现象建立在生物学的基础上,不仅阐明了抗体产生机制,同时也可对抗原的识别、免疫记忆的形成、自身耐受建立和自身免疫发生等重要免疫生物学现象做出解答。至此,免疫学跨越了感染免疫的范畴,逐渐形成生物医学中的一门新的学科。

1975 年以后,随着分子生物学的兴起,人们逐渐从基因水平揭示了 B 细胞及 T 细胞抗原识别受体多样性的机制,从分子水平探讨信号传导通路,发现了在 TCR 与抗原肽 MHC 分子信号和 CD28 分子及 B7 结合信号效应,同时发现,细胞毒性 T 细胞表达 FasL,与靶细胞上受体 Fas 结合,揭示 CTL 致靶细胞发生程序性细胞死亡。20 世纪免疫学的这些研究使免疫学进展到以

基因活化及分子作用为基础,阐明免疫细胞生命活动与功能,理解细胞与细胞之间,免疫系统与神经-内分泌系统之间的整体调节。20世纪免疫学的发展,推动了生命科学的发展,免疫学自身也发展成为了生命科学的前沿学科。

现代免疫学的重要任务,除深入加强理论研究外,仍然是以理论为指导,为传染病的预防、诊断和治疗不断探索新方法、新技术,同时,针对自身免疫病、超敏反应、肿瘤等与免疫相关的多种疾病防治寻找有效的措施,为提高及促进人类健康做贡献。

### 复习思考题

1. 何谓免疫,免疫的功能有哪些?
2. 免疫学发展中哪些事件及人物推动学科进步?

(孙万邦)

# 第一章 抗 原

## 目的要求：

1. 掌握抗原的基本概念和特性。
2. 掌握抗原的特异性和交叉反应。
3. 掌握医学上重要的抗原和 TD-Ag、TI-Ag。
4. 熟悉影响抗原分子免疫原性的因素。
5. 了解超抗原、佐剂。

## 第一节 抗原的基本概念和特性

### 一、抗原的概念

抗原(antigen, Ag)是指能刺激机体的免疫系统,使之产生特异性免疫应答,并能与相应的免疫应答产物(特异性抗体或致敏细胞)在体内或体外发生特异性结合的物质。某些情况下,机体也可表现为对某种抗原的特异性不应答状态,称为免疫耐受;抗原还可以引起病理性的变态反应,称为超敏反应。引起免疫耐受或超敏反应的抗原分别称为耐受原和变应原。

### 二、抗原的特性

抗原必须具备两种特性,即免疫原性和抗原性。

#### (一) 免疫原性

抗原的免疫原性(immunogenicity)即抗原能刺激特异性免疫细胞,使之活化、增殖、分化,产生特异性抗体和致敏淋巴细胞的性质。抗原的免疫原性涉及抗原分子与免疫细胞间的相互作用,因此免疫原性与抗原分子的特性和机体的免疫应答能力有关。

#### (二) 抗原性

抗原性(antigenicity)即抗原可在体内、外与相应的抗体或致敏淋巴细胞发生特异性结合的特性,称为抗原的反应原性或免疫反应性(reactivity)。抗原与特异性抗体或致敏淋巴细胞发生特异性结合是抗原分子表面的特殊化学基团与抗体分子或 T 细胞的抗原受体(TCR)等间的相互结合。

### 三、完全抗原和半抗原

1. 完全抗原(complete antigen) 同时具有免疫原性和抗原性的物质称为完全抗原,如多数

天然蛋白质和各种病原微生物。

2. 半抗原(hapten) 只具有抗原性而无免疫原性的物质称为半抗原或不完全抗原(incomplete antigen),如二硝基酚、青霉素等。这些小分子物质单独不能引起免疫应答,但能与特异性的抗体或致敏淋巴细胞结合。

3. 载体 与半抗原结合后使其具有免疫原性的物质,即半抗原与载体交联或结合可成为完全抗原。常用载体包括 BSA(牛血清蛋白)、OVA(卵清蛋白)和 BGG(牛血清丙种球蛋白)。

## 第二节 影响抗原分子免疫原性的因素

抗原物质是否具有免疫原性,一方面取决于抗原物质本身的性质;另一方面取决于机体对抗原刺激的反应性。

### 一、抗原方面的因素

#### (一) 异物性

异物性是指抗原与所刺激的机体的非自身成分或未与宿主胚胎期免疫细胞接触过的物质。对异物的识别是机体在发育过程中通过淋巴细胞与抗原接触而形成的“非己即异”的免疫识别功能。胚胎期(个别物种如大鼠、小鼠可延至新生期)接触过的物质为“自身”物质,而从未接触过的为“异己”物质。一般说来,抗原与机体之间的亲缘关系越远,组织结构差异越大,其免疫原性越强,如微生物抗原、异种血清蛋白等物质对人是强免疫原。反之种系关系较近,则免疫原性也弱,如鸭血清蛋白对鸡呈弱免疫原性,而对兔则表现为强免疫原性。

自身物质一般无免疫原性,但与淋巴细胞从未接触过的自身物质(如眼晶状体蛋白、精子等)或自身物质理化性质发生改变,也会成为异己物质而具有免疫原性。因此,异物性不是专指体外物质而言,而是因免疫系统淋巴细胞在胚胎期是否曾与之接触而定。

#### (二) 抗原分子的理化特性

1. 相对分子质量大小 分子大小可影响物质的免疫原性,一定范围内,相对分子质量越大,免疫原性越强。是因为大分子物质含有较多抗原决定簇,结构复杂,在体内不易被降解,能持续刺激免疫活性细胞。蛋白质抗原,相对分子质量一般多在  $10 \times 10^3$  以上,有良好的免疫原性。糖类物质相对分子质量较小,多数单糖不具有免疫原性;而聚合成多糖时可有一定的免疫原性。

2. 化学性质及结构复杂性 在有机大分子物质中,多数抗原是蛋白质。其中含有大量芳香族氨基酸,尤其是含酪氨酸的蛋白质免疫原性强;而直链结构的蛋白质一般免疫原性弱,如明胶的相对分子质量虽然高达  $100 \times 10^3$ ,但免疫原性极弱,若在分子中连上 2% 的酪氨酸,就会明显增强明胶的免疫原性;多糖、核酸的免疫原性很弱,但若与蛋白质载体连接则能刺激机体产生抗体;类脂一般无免疫原性。

3. 分子构象和易接近性 某些天然抗原可诱导特异性抗体产生,但经处理改变空间构象后失去了诱生抗体的能力,抗原分子的空间构象可影响其免疫原性。抗原分子的一些特殊化学基团的空间构象能决定此抗原分子是否能与相应淋巴细胞表面受体结合,从而启动免疫应答的物质基础。

易接近性是指抗原表位与相应淋巴细胞表面受体相互接触的难易程度。抗原分子中氨基酸残基所处侧链位置的不同,可影响抗原分子的免疫原性(图 1-1)。



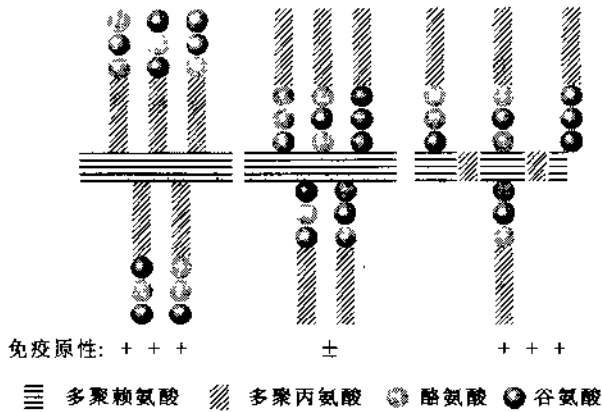


图 1-1 氨基酸残基的位置和间距与免疫原性的关系

4. 物理性状 一般聚合状态的蛋白质较单体蛋白质的免疫原性强,颗粒性抗原比可溶性抗原的免疫原性强。

## 二、宿主方面的因素

### (一) 遗传因素

研究表明,个体遗传基因的不同可使不同个体对同一抗原的是否应答及应答能力不同。McDevitt 等应用人工合成抗原在近交系小鼠体内发现了控制免疫应答的基因座位于 H-2 复合体的 I 区,称此基因为免疫应答基因 (immune response gene, Ir 基因),证明了个体遗传性对免疫应答的控制作用。

### (二) 年龄、生理状态

一般情况下,青壮年动物的免疫应答能力较幼年和老年动物强;处于不同状况下,机体的健康和营养状况也可影响其免疫应答能力。

## 三、其他因素

抗原的免疫原性还与其进入机体的途径、剂量、免疫次数和间隔时间以及是否使用免疫佐剂等多种因素有关。

## 第三节 抗原的特异性与交叉反应

### 一、抗原的特异性

特异性是免疫应答最重要的特点,也是免疫学诊断和免疫学防治的理论依据。抗原的特异性既表现在免疫原性上,也表现在免疫反应性上。前者指某种抗原只能激活相应的淋巴细胞,使之产生特异性的抗体或致敏淋巴细胞,如伤寒杆菌免疫动物可产生抗伤寒杆菌抗体。后者是指抗原只能与其相应的抗体或致敏淋巴细胞结合。抗原的特异性是由抗原分子表面的抗原决定簇(表位)的性质、数目和空间构型所决定的,如表 1-1。