



全国高等教育自学考试指定教材 护理学专业(专科)

微生物学与免疫学基础

附：微生物学与免疫学基础自学考试大纲

课程代码
2864
[2007年版]

组编／全国高等教育自学考试指导委员会
主编／安云庆

北京大学医学出版社

PDG



设计/封面

封面设计/寻木

ISBN 978-7-81116-395-7



9 787811 163957 >

定价：30.00元

全国高等教育自学考试指定教材
护理学专业（专科）

微生物学与免疫学基础

（2007 年版）

（附：微生物学与免疫学基础自学考试大纲）

全国高等教育自学考试指导委员会 组编

主 编 安云庆

副主编 赵文明 马远方

编 者 （按姓氏笔画为序）

马远方 孔庆利 王 炜 龙 军

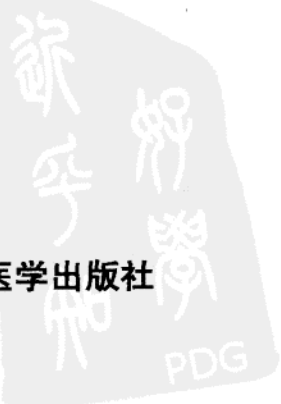
安云庆 李俊茜 何秀娟 陈 辉

郑 群 赵文明 温铭杰

主 审 何 维

参 审 白惠卿 魏秋芬

北京大学医学出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

微生物学与免疫学基础/安云庆主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2008. 1

全国高等教育自学考试指定教材. 护理学专业. 专科
ISBN 978-7-81116-395-7

I. 微… II. 安… III. ①医药学: 微生物学—高等教育—自学考试—教材②医药学: 免疫学—高等教育—自学考试—教材 IV. R37 R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 177072 号

微生物学与免疫学基础 (2007 年版)

主 编: 安云庆

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumppress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

责任编辑: 简 浦 责任校对: 杜 悦

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.75

字数: 489 千字

版 次: 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1—3000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-395-7

定 价: 30.00 元

版权所有 不得翻印 违者必究

本书如有质量问题请与教材供应部门联系



组编前言

21 世纪是一个变幻莫测的世纪，是一个催人奋进的时代。科学技术飞速发展，知识更替日新月异。希望、困惑、机遇、挑战，随时随地都有可能出现在每一个社会成员的生活之中。抓住机遇，寻求发展，迎接挑战，适应变化的制胜法宝就是学习——依靠自己学习，终身学习。

作为我国高等教育组成部分的自学考试，其职责就是在高等教育这个水平上倡导自学、鼓励自学，为每一个自学者铺就成才之路。组织编写供读者学习的教材就是履行这个职责的重要环节。毫无疑问，这种教材应当适合自学者增强创新意识、培养实践能力、形成自学能力，也有利于学习者学以致用，解决实际工作中所遇到的问题。具有如此特点的书，我们虽然沿用了“教材”这个概念，但它与那种仅供教师讲、学生听，教师不讲、学生不懂，以“教”为中心的教科书相比，已经在内容安排、形式体例、行文风格等方面都大不相同了。希望读者对此有所了解，以便从一开始就树立起依靠自己学习的坚定信念，不断探索适合自己的学习方法，充分利用已有的知识基础和实际工作经验，最大限度地发挥自己的潜能，达到学习的目标。

祝每一位读者自学成功。

本教材由全国考委医学类专业委员会遴选作者、安排编写、组织审稿，保证了医学药类自考教材的质量。

欢迎读者提出意见和建议。

全国高等教育自学考试指导委员会

2007 年 11 月



目 录

微生物学与免疫学基础

第一篇 医学免疫学基础

第一章 医学免疫学绪论.....	(2)
第二章 抗原.....	(6)
第一节 概述.....	(6)
第二节 抗原的异物性和特异性.....	(6)
第三节 影响抗原免疫原性的因素.....	(9)
第四节 抗原的种类	(11)
第五节 超抗原、丝裂原和佐剂	(13)
第三章 免疫球蛋白和抗体	(16)
第一节 概述	(16)
第二节 免疫球蛋白的结构	(16)
第三节 免疫球蛋白的生物学特性	(20)
第四节 多克隆抗体和单克隆抗体	(24)
第五节 免疫球蛋白的基因结构及重排	(24)
第六节 免疫球蛋白超家族	(27)
第四章 补体系统	(29)
第一节 概述	(29)
第二节 补体系统的激活	(30)
第三节 补体活化的调节	(35)
第四节 补体的主要生物学作用	(36)
第五节 补体系统缺陷与疾病	(38)
第五章 主要组织相容性抗原及其编码基因	(39)
第一节 概述	(39)
第二节 HLA 复合体及其编码产物	(39)
第三节 HLA 分子的结构	(41)
第四节 MHC 分子的分布和主要功能	(43)
第五节 HLA 复合体的遗传特征	(44)
第六节 HLA 在医学上的意义	(45)
第六章 细胞因子	(47)
第一节 概述	(47)
第二节 细胞因子的分类和各类细胞因子的主要生物学功能	(47)

第三节	细胞因子的共同特性	(51)
第四节	细胞因子的主要生物学作用	(53)
第五节	细胞因子在临床中的应用	(54)
第七章	免疫器官的组成和主要作用	(56)
第一节	中枢免疫器官	(57)
第二节	外周免疫器官	(61)
第八章	固有免疫系统及其应答	(65)
第一节	组织屏障及其作用	(65)
第二节	固有免疫细胞	(66)
第三节	固有体液免疫分子及其主要作用	(72)
第四节	固有免疫应答	(73)
第九章	适应性免疫的组成细胞	(77)
第一节	T 淋巴细胞	(77)
第二节	B 淋巴细胞	(83)
第十章	适应性免疫应答	(88)
第一节	概述	(88)
第二节	抗原提呈细胞及其对抗原的加工处理和提呈	(89)
第三节	T 细胞和 B 细胞的激活	(92)
第四节	B 细胞介导的体液免疫应答	(94)
第五节	T 细胞介导的细胞免疫应答	(97)
第十一章	免疫耐受	(103)
第一节	概述	(103)
第二节	免疫耐受的发现和人工诱导的免疫耐受	(103)
第三节	免疫耐受的细胞学基础和特点	(104)
第四节	影响免疫耐受形成的因素	(106)
第五节	免疫耐受形成机制	(107)
第六节	研究免疫耐受的意义	(109)
第十二章	超敏反应	(110)
第一节	概述	(110)
第二节	I 型超敏反应	(110)
第三节	II 型超敏反应	(114)
第四节	III 型超敏反应	(115)
第五节	IV 型超敏反应	(117)
第十三章	免疫学检测和防治	(120)
第一节	抗原或抗体的体外检测	(120)
第二节	免疫细胞的分离和检测	(125)
第三节	免疫预防	(126)
第四节	免疫治疗	(129)

第二篇 医学微生物学

第十四章	医学微生物学绪论	(134)
第十五章	细菌的基本性状	(137)
第一节	细菌的形态与结构	(137)
第二节	细菌的生理	(144)
第三节	细菌遗传与变异	(149)
第四节	细菌的分类	(154)
第十六章	病毒的基本性状	(156)
第一节	病毒的形态与结构	(156)
第二节	病毒的增殖	(159)
第三节	病毒的遗传与变异	(163)
第四节	理化因素对病毒的影响	(164)
第五节	病毒的分类	(165)
第十七章	真菌的基本性状	(167)
第一节	真菌的形态与结构	(167)
第二节	真菌的培养特性和抵抗力	(170)
第十八章	微生物的感染与致病机制	(172)
第一节	细菌性感染	(172)
第二节	病毒性感染	(178)
第三节	真菌性感染	(183)
第十九章	微生物感染的病原学检查法	(185)
第一节	细菌感染的微生物学检查	(185)
第二节	病毒感染的微生物学检查	(187)
第三节	真菌感染的微生物学检查	(189)
第二十章	微生物感染的预防与控制	(191)
第一节	微生物感染的特异性预防	(191)
第二节	消毒与灭菌	(193)
第三节	医院感染的控制	(197)
第二十一章	主要的致病性细菌	(201)
第一节	化脓性细菌	(201)
第二节	肠道感染细菌	(213)
第三节	厌氧性细菌	(219)
第四节	呼吸道感染细菌	(223)
第五节	动物源性细菌	(228)
第六节	其他原核细胞型微生物	(231)
第二十二章	主要医学相关病毒	(237)
第一节	呼吸道感染病毒	(237)
第二节	肠道感染病毒	(243)

第三节 肝炎病毒.....	(246)
第四节 人类疱疹病毒.....	(255)
第五节 人类免疫缺陷病毒.....	(260)
第六节 其他病毒.....	(264)
第二十三章 致病性真菌	(272)
第一节 浅部感染真菌.....	(272)
第二节 深部感染真菌.....	(273)
后记	(278)

附 微生物学与免疫学基础自学考试大纲

微生物学与免疫学基础课程自学考试大纲出版前言.....	(281)
目录.....	(282)
I 课程性质、设置目的和基本要求.....	(283)
II 课程内容与考核目标.....	(284)
III 有关说明与实施要求.....	(304)
附录 试题类型举例.....	(306)
后记.....	(307)

第一篇

医学免疫学基础



第一章 医学免疫学绪论

学习要点

- 现代免疫的概念及其主要功能
- 免疫学和医学免疫学的基本概念
- 免疫系统组成（组织屏障、免疫器官、免疫细胞和免疫分子）
- 固有免疫细胞及其主要作用
- 参与适应性免疫应答的细胞及其主要作用

一、免疫与免疫学

免疫（immunity）一词来源于拉丁文 *immunis*，其原意是免除赋税或差役，在医学上引申为免除瘟疫，即抗御传染病的能力。随着免疫学研究的发展，人们对免疫的概念有了新的认识。现代“免疫”的概念是指机体免疫系统识别“自己”和“非己”，对自身成分产生天然免疫耐受，对非己异物产生排除作用的一种生理反应。正常情况下，此种生理反应可维持机体内环境稳定，产生对机体有益的保护作用。在有些情况下，免疫超常或低下也能产生对机体有害的结果，如引发超敏反应、自身免疫病和肿瘤等。免疫系统通过对“自己”或“非己”的识别和应答，可发挥如下三种功能（表 1-1）。

1. 免疫防御（immunologic defence）：是机体抗御、清除病原微生物等外来抗原性异物侵袭的一种免疫保护功能，即通常所指的抗感染免疫作用。免疫防御反应异常增高可引发超敏反应；反应过低或缺失，则可引发免疫缺陷病或对病原体高度易感。

2. 免疫自稳（immunologic homeostasis）：是机体免疫系统及时清除体内衰老、损伤或变性细胞，而对自身成分处于耐受状态，以维持内环境相对稳定的一种生理功能。免疫自稳功能失调，可引发自身免疫性疾病。

3. 免疫监视（immunologic surveillance）：是机体免疫系统及时识别、清除体内突变细胞和病毒感染细胞的一种生理性保护作用。免疫监视功能失调，可引发肿瘤或病毒持续性感染。

表 1-1 免疫功能及其生理和病理表现

主要功能	生理表现	病理表现
免疫防御	抗感染免疫作用	超敏反应（过高）免疫缺陷病（过低）
免疫自稳	清除衰老或损伤细胞，维持自身耐受	自身免疫性疾病
免疫监视	清除突变细胞或病毒感染细胞	肿瘤或持续性病毒感染

免疫学是生命科学的一个重要组成部分，是研究免疫系统的组织结构和生理功能的一门

学科。免疫学起始于医学微生物学，以研究抗感染免疫为主，现已广泛渗透到医学科学的各个领域，发展成为一个具有多个分支和与其他多个学科交叉融合的生物科学。医学免疫学（medical immunology）是研究人体免疫系统的组成和功能、免疫应答的规律和效应、免疫功能异常所致疾病及其发生机制，以及免疫学诊断与防治的一门生物科学。

二、免疫系统及其功能

免疫系统（immune system）是机体执行免疫功能的组织系统，由免疫器官和组织、免疫细胞、免疫分子三部分组成。免疫系统可分为固有免疫系统和适应性免疫系统。

1. 免疫器官：由中枢免疫器官和外周免疫器官组成。人和哺乳动物的中枢免疫器官包括骨髓和胸腺；骨髓是造血器官，是各种免疫细胞的发源地，也是B淋巴细胞发育成熟的场所。胸腺是T淋巴细胞发育成熟的场所。外周免疫器官主要包括淋巴结、脾脏和黏膜相关的淋巴组织，是成熟T、B淋巴细胞寄居和接受抗原刺激后产生免疫应答的主要场所。

2. 免疫细胞：主要包括单核-巨噬细胞、树突状细胞、自然杀伤细胞（NK细胞）、各种粒细胞、肥大细胞和T、B淋巴细胞等。它们是参与和执行免疫应答的细胞。

3. 免疫分子：主要由浆细胞合成分泌的抗体，肝脏、肠黏膜上皮细胞、巨噬细胞合成分泌的补体和活化免疫细胞合成分泌的细胞因子组成。

通常体内免疫细胞是在抗体、补体和细胞因子等免疫分子协同作用下，通过识别“自身与非己”对病原体等抗原性异物产生杀伤破坏或清除等生物学作用。

（一）固有免疫系统

固有免疫系统（innate immune system）是生物体在长期种系进化过程中形成的，与生俱有的非特异性防御体系，主要由组织屏障、固有免疫细胞和固有免疫分子组成。

1. 组织屏障：皮肤黏膜及其分泌液中的抗菌物质和正常菌群作为物理、化学和微生物屏障，可阻挡外界病原体对机体的入侵，具有即刻免疫防御作用。

2. 固有免疫细胞：主要包括巨噬细胞、中性粒细胞、NK细胞、 $\gamma\delta$ T细胞和B1细胞等。①巨噬细胞广泛分布于机体各组织中，可对穿越体表屏障进入局部组织中的病原体产生非特异性吞噬杀伤作用。②中性粒细胞存在于血液中，在局部发生感染时，可迅速穿过血管壁进入感染部位，发挥非特异杀伤作用。③NK细胞是能够非特异识别杀伤某些肿瘤或病毒感染靶细胞的自然杀伤细胞。④ $\gamma\delta$ T细胞是表面抗原识别受体（T cell receptor, TCR）由 γ 和 δ 两条肽链组成的T细胞。该种T细胞表面TCR缺乏多样性和特异性，可直接识别结合某些病原体和某些病毒感染或突变细胞表达的共同抗原成分，发挥非特异杀伤作用。⑤B1细胞是具有自我更新能力的不成熟的B细胞，其表面抗原识别受体（B cell receptor, BCR）缺乏多样性和特异性，可识别某些病原体表面共有的多糖抗原，并迅速产生以IgM类抗体为主的泛特异性抗体，产生抗感染免疫保护作用。

3. 固有免疫分子：主要包括补体和细胞因子：①补体（complement, C）是存在于血清、组织液和细胞膜表面的一组不耐热的蛋白质，又称补体系统。生理条件下，存在于血清和组织液中的补体成分通常以酶原或无活性形式存在。当某些病原体进入体内或抗原与抗体在体内结合形成抗原-抗体免疫复合物时，可使补体系统激活产生细菌溶解作用，促进吞噬的调理作用和释放炎症介质参与炎症反应等生物学效应。②细胞因子（cytokine, CK）是由多种细胞，特别是活化免疫细胞合成分泌的一类具有多种生物学活性的小分子蛋白。细胞

因子在免疫细胞分化发育、免疫应答及其调节、炎症反应和组织修复等过程中发挥重要作用。

(二) 适应性免疫系统

适应性免疫系统 (adaptive immune system) 是在固有免疫系统基础上建立的, 是个体在生命过程中接受病原体等抗原性异物刺激后产生的只对相应特定病原体等抗原性物质起作用的特异性防御体系。适应性免疫系统主要由中枢免疫器官、外周免疫器官和表达特异性抗原受体的 T、B 淋巴细胞 (即 $\alpha\beta$ T 细胞和 B2 细胞) 及浆细胞合成、分泌的特异性抗体组成。

1. $\alpha\beta$ T 细胞: 胸腺是 $\alpha\beta$ T 细胞发育、分化、成熟的中枢免疫器官。 $\alpha\beta$ T 细胞是执行特异性免疫应答的 T 细胞, 其表面抗原受体 (TCR) 由 α 和 β 两条肽链组成, 对抗原识别具有高度特异性。该种 T 细胞不能直接识别结合抗原, 只能识别结合被抗原提呈细胞 (APC) 摄取、加工处理后, 以抗原肽-MHC 分子复合体形式表达于 APC 表面的抗原分子。此种 T 细胞识别结合抗原后, 可被激活并经克隆扩增和分化, 发育成为效应 T 细胞发挥免疫作用。

2. B2 细胞: 骨髓是 B2 细胞发育分化成熟的中枢免疫器官。B2 细胞是执行特异性免疫应答的 B 细胞, 其表面抗原受体 (BCR) 具有多样性, 对抗原识别具有高度特异性。此种 B 细胞接受抗原刺激后, 在 T 细胞辅助下可活化、增殖、分化为浆细胞, 并通过合成、分泌特异性抗体对相应病原体等抗原性异物产生免疫作用。

3. 抗体 (antibody, Ab): 是 B 细胞接受抗原刺激, 增殖、分化为浆细胞后, 合成、分泌的一种具有免疫功能的球蛋白。它们能与相应病原体等抗原性异物特异性结合, 并在补体、吞噬细胞和 NK 细胞参与下, 产生溶菌或溶细胞和促进吞噬杀菌的调理作用。

三、固有免疫应答和适应性免疫应答

(一) 固有免疫应答

固有免疫应答 (innate immune response) 主要是指体内固有免疫细胞被病原体等抗原性异物或某些细胞因子激活后迅速产生的, 可将病原体等抗原性异物或癌变细胞杀伤清除的非特异性免疫反应。同时也包括体内补体系统被某些病原体直接激活后产生的溶菌和促进病原体吞噬清除的生物学效应。

(二) 适应性免疫应答

适应性免疫应答 (adaptive immune response) 是指体内抗原特异性 T、B 淋巴细胞接受抗原刺激后, 自身活化、增殖、分化为效应细胞, 通过分泌抗体、细胞因子和细胞毒性介质, 对相应病原体或肿瘤及病毒感染靶细胞发挥杀伤和清除的作用的特异性免疫反应。

1. 参与适应性免疫应答的细胞: 主要包括抗原提呈细胞和表达特异性抗原受体的 T、B 淋巴细胞。

(1) 抗原提呈细胞 (antigen presenting cell, APC): 是一类具有摄取、加工处理抗原, 并能通过其细胞内 MHC 分子将加工处理后形成的抗原肽运载到 APC 细胞表面, 供抗原特异性 T 细胞识别结合, 启动特异性免疫应答的细胞。APC 主要包括树突状细胞和巨噬细胞, 也包括某些肿瘤或病毒感染的靶细胞。

(2) 执行特异性免疫应答的 T 细胞 ($\alpha\beta$ T 细胞): 根据其表面标志性 CD 分子的不同, 可分为 $CD4^+$ 辅助 T 细胞 (T helper cell, Th), 简称 $CD4^+$ Th 细胞和 $CD8^+$ 细胞毒性 T 细胞 (cytotoxic T lymphocyte, CTL), 简称 $CD8^+$ CTL 细胞。根据 $CD4^+$ Th 细胞分泌的细胞

因子种类的不同,可将其分为以分泌 IL-2、IFN- γ 和 TNF- β 为主的 CD4⁺ Th1 细胞和以分泌 IL-4、5、6、10 为主的 CD4⁺ Th2 细胞。

(3) 执行特异性免疫应答的 B 细胞 (即 B2 细胞): B2 细胞表面抗原识别受体 (BCR) 具有高度多样性,其活化需要 CD4⁺ Th2 细胞辅助,接受抗原刺激后 1~2 周可产生以 IgG 类为主的抗体。此种 B 细胞具有免疫记忆,再次接受相应抗原刺激后,可迅速产生相应高水平 IgG 类抗体。

2. 适应性免疫应答的类型:根据参与免疫应答细胞种类和效应机制的不同,可将适应性免疫应答分为 T 细胞介导的细胞免疫应答和 B 细胞介导的体液免疫应答两种类型。

(1) 参与细胞免疫应答的淋巴细胞及其主要作用: CD4⁺ Th1 细胞和 CD8⁺ CTL 细胞是参与细胞免疫应答的主要效应细胞。CD4⁺ Th1 细胞接受抗原刺激后,可发育分化为效应 CD4⁺ Th1 细胞。此种效应 CD4⁺ Th1 细胞再次接受相应抗原刺激后,可通过分泌 IL-2、IFN- γ 和 TNF- β 等细胞因子、激活吞噬细胞,引起炎症或迟发型超敏反应产生细胞免疫效应。CD8⁺ CTL 细胞被病毒或肿瘤抗原激活后,可发育分化为效应 CD8⁺ CTL 细胞。此种效应 CD8⁺ CTL 细胞与病毒或肿瘤靶细胞表面相应抗原结合后,可通过分泌穿孔素、颗粒酶或表达 FasL 使上述靶细胞溶解破坏或凋亡产生细胞免疫效应。

(2) 参与体液免疫应答的淋巴细胞及其主要作用: B2 细胞和 CD4⁺ Th2 细胞是参与体液免疫应答的淋巴细胞。CD4⁺ Th2 细胞可通过表达相应膜分子 (CD40L) 和分泌 IL-4、5、6、10 等细胞因子,辅助抗原特异性 B 细胞 (B2 细胞) 活化,进而增殖分化为浆细胞,合成、分泌相应特异性抗体。此种抗体与相应病原体或病毒感染靶细胞表面相应抗原特异性结合后,可在补体、吞噬细胞和 NK 细胞等协同作用下,产生溶菌、溶细胞和促进病原体清除等抗感染免疫保护作用。

四、免疫应答异常及其所致的疾病

接受“非己”抗原性异物刺激后,机体免疫应答适度可产生对人体有益的抗感染、抗肿瘤等免疫保护作用;机体免疫应答过高可引发对人体有害的超敏反应,其中包括由特异性 IgE 抗体介导的速发型超敏反应,如青霉素过敏性休克,或由效应 T 细胞介导的迟发型超敏反应,如接触性皮炎;机体免疫应答过低和缺失则可引发严重或持续性感染、肿瘤和免疫缺陷病。在长期感染、物理、化学因素刺激诱导下,某些自身反应性 T、B 淋巴细胞活化,可引发自身免疫性疾病。

问答题

1. 试述现代免疫的概念及其主要功能。
2. 试述固有免疫细胞和分子及其主要作用。
3. 试述参与适应性免疫应答的细胞及其主要作用。

(安云庆)

第二章 抗原

学习要点

- 抗原的免疫原性和抗原性
- 抗原、半抗原和抗原决定基（表位）
- 顺序（线性）表位和构象表位
- 共同抗原和交叉反应
- 人同种异型抗原及其种类
- TI 抗原和 TD 抗原
- 内源性抗原和外源性抗原
- 超抗原和丝裂原

第一节 概述

抗原 (antigen, Ag) 通常是指能与 T 细胞抗原受体 (TCR) 和 B 细胞抗原受体 (BCR) 特异性结合, 诱导 T 或 B 淋巴细胞活化产生正免疫应答, 即诱导抗体和 (或) 效应 T 细胞产生, 并能与之特异性结合, 产生免疫效应或反应的物质。在某些特定条件下, 抗原也可诱导机体产生负免疫应答, 即对抗原产生特异性免疫无应答状态, 又称免疫耐受。

抗原通常具有两种基本特性: ① 免疫原性 (immunogenicity), 系指抗原能够刺激机体产生特异性免疫应答, 即诱导 B 细胞产生抗体, 诱导 T 细胞分化为效应 T 细胞的能力; ② 抗原性 (antigenicity) 或免疫反应性 (immunoreactivity), 系指抗原能与免疫应答产物, 即相应抗体和 (或) 效应 T 细胞特异性结合, 产生免疫效应或反应的能力。同时具有免疫原性和抗原性的物质 (如病原微生物、动物血清和蛋白质) 称为完全抗原 (complete antigen), 习惯上简称为抗原; 本身只有抗原性而无免疫原性的简单小分子物质 (如某些多糖、脂类和药物) 称为半抗原 (hapten) 或不完全抗原 (incomplete antigen)。半抗原单独作用无免疫原性, 当与蛋白质载体结合形成完全抗原后可获得免疫原性, 能够刺激机体产生针对半抗原的特异性抗体。

第二节 抗原的异物性和特异性

一、抗原的异物性

具有免疫原性的物质通常是非己大分子有机物质, 即抗原性物质具有异物性。一般情况下, 抗原性异物免疫原性的强弱与宿主亲缘关系的远近有关, 二者亲缘关系越远 (异物性

强)，其抗原的免疫原性就越强；二者亲缘关系越近（异物性弱），其抗原的免疫原性就越弱。例如，鸡卵蛋白对哺乳动物是强抗原，对鸭则是弱抗原。免疫学中的“非己抗原性异物”不仅包括来自体外的非己抗原物质，如各种病原体、动物蛋白和同种异体移植物；还包括某些结构改变的自身物质和机体发育过程中未与免疫细胞接触的正常自身物质（如眼晶状体蛋白和甲状腺蛋白等），在外伤或感染情况下，当上述隐蔽自身物质释放后，即可被自身免疫系统视为“非己抗原性异物”而对其产生免疫应答。

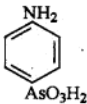
二、抗原的特异性

抗原特异性是指抗原诱导具有相应抗原识别受体的 T、B 淋巴细胞产生免疫应答和抗原与免疫应答产物，即相应抗体和（或）效应 T 细胞结合相互作用的高度专一性。决定抗原特异性的结构基础是存在于抗原分子中的抗原决定基。

1. 抗原决定基（antigenic determinant）：是指抗原分子中决定抗原特异性的特殊化学基团，又称表位（epitope）。一个抗原决定基通常由 5~17 个氨基酸残基或 5~7 个多糖残基及核苷酸组成。一个半抗原相当于一个抗原表位。抗原决定基是 T 细胞（通过 TCR）、B 细胞（通过 BCR）和抗体特异性识别结合的基本结构单位。

抗原决定基对抗原特异性的影响是通过人工结合抗原（conjugated antigen）证实的，实验方法简述如下：（1）将已知特殊化学基团（半抗原或表位）分别与同一种载体蛋白结合组成人工结合抗原，免疫动物获得抗血清；（2）将载体蛋白吸收后的抗血清（含半抗原特异性抗体）分别与上述已知特殊化学基团（半抗原或表位）进行反应。结果如表 2-1 所示，具有不同酸基的特殊化学基团只能与其相应抗血清结合，而不能与他种抗血清结合。这表明抗原分子中某些特殊的化学基团（表位）可决定抗原的特异性。

表 2-1 不同酸基对抗原表位特异性的影响

免疫血清（抗体）	半抗原（表位）			
	苯胺 	对氨基苯甲酸 	对氨基苯磺酸 	对氨基苯砷酸 
苯胺抗体	+++	—	—	—
对氨基苯甲酸抗体	—	++++	—	—
对氨基苯磺酸抗体	—	—	++++	—
对氨基苯砷酸抗体	—	—	—	++++

用氨基苯甲酸邻位、间位、对位三种异构体所做的实验进一步证实，特殊化学基团（表位）的空间位置可决定抗原的特异性。结果如表 2-2 所示，氨基苯甲酸邻位、间位、对位三种异构体与其相应抗血清（抗体）可发生强免疫反应（+++），而与其他抗血清（抗体）只产生微弱的免疫反应（±）。此外，用三种立体构象异构体所做的实验证实，特殊化学基团（表位）的立体构象也可影响抗原的特异性。

表 2-2 羧基空间位置对抗原表位特异性的影响

免疫血清 (抗体)	半抗原 (表位)			
	苯胺 <chem>Nc1ccccc1</chem>	邻位氨基苯甲酸 <chem>Nc1ccccc1C(=O)O</chem>	间位氨基苯甲酸 <chem>Nc1cccc(c1)C(=O)O</chem>	对位氨基苯甲酸 <chem>Nc1ccc(cc1)C(=O)O</chem>
苯胺抗体	+++	—	—	—
邻位氨基苯甲酸抗体	—	+++	±	±
间位氨基苯甲酸抗体	—	±	++++	±
对位氨基苯甲酸抗体	—	±	±	++++

2. 抗原决定基的分类：根据抗原决定基的结构特点，可将其分为顺序决定基和构象决定基（图 2-1）。

(1) 顺序决定基 (sequential determinant)：是指肽链上由一段序列相连续的氨基酸残基所形成的决定基，又称线性表位。该种决定基是 T 细胞（通过 TCR）识别结合的抗原表位，即 T 细胞表位。

(2) 构象决定基 (conformational determinant)：是指多肽或多糖链上由空间位置相邻，而序列上不相连续的氨基酸或多糖残基所形成的决定基，又称非线性决定基。该种决定基是 B 细胞（通过 BCR）和抗体识别结合的抗原表位，又称 B 细胞表位。

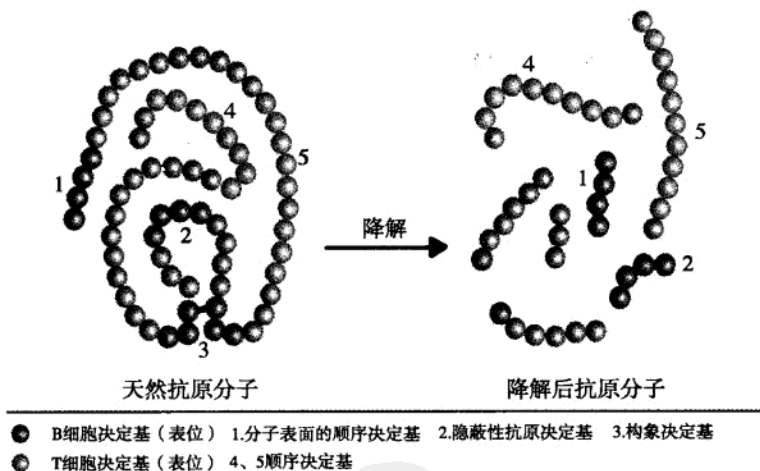


图 2-1 顺序决定基和构象决定基

根据抗原决定基的位置和功能，可将其分为功能性抗原决定基和隐蔽性抗原决定基。

(1) 功能性抗原决定基：系指位于抗原分子表面、能被 B 细胞（通过 BCR）或抗体直接识别结合的抗原表位，包括构象和线性表位。