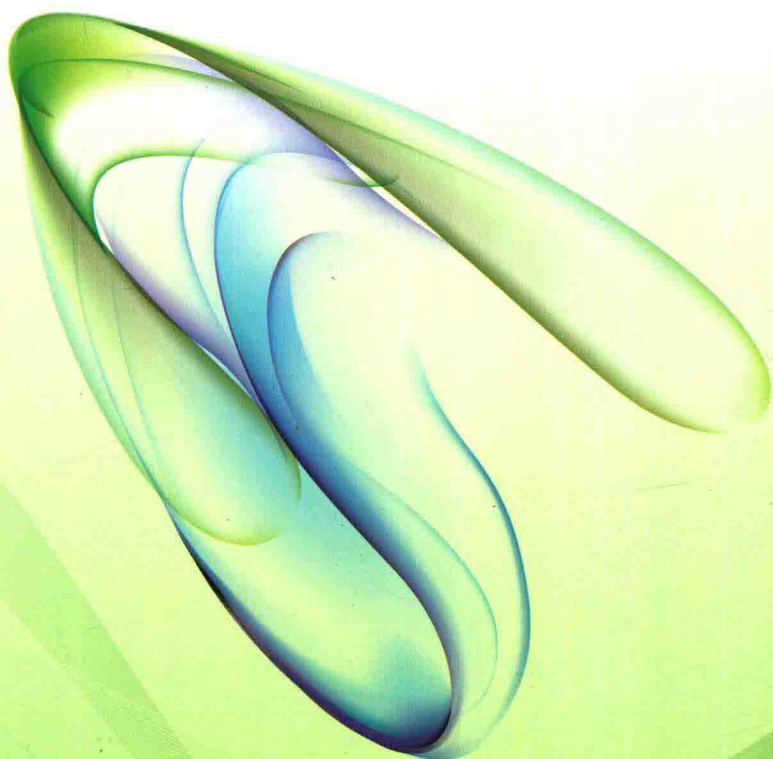


高职高专“十二五”规划教材

微生物与免疫学

WEISHENGWU YU MIANYIXUE

焦荣华 刘文辉 主编



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

微生物与免疫学

焦荣华 刘文辉 主编



化学工业出版社

·北京·

内 容 提 要

本书首先介绍了免疫学和微生物学基础知识,为加强知识的应用性、突出其实用性,本书还重点介绍了微生物在药学中的应用及微生物与免疫学实验。本书主题明确、内容新颖、技术实用、可读性强。

本书可作为高职高专院校药学、医学、生物技术、生物制药等专业及其相关专业的教材,也可供从事相关工作的实验、技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微生物与免疫学/焦荣华,刘文辉主编. —北京:化学工业出版社,2013.8

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-17284-6

I. ①微… II. ①焦…②刘… III. ①微生物学-高等职业教育-教材②免疫学-高等职业教育-教材 IV. ①R37②R392

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第173023号

责任编辑:梁静丽 周旭 李植峰
责任校对:蒋宇

文字编辑:李瑾
装帧设计:孙远博

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张13 字数313千字 2013年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:27.00元

版权所有 违者必究

《微生物与免疫学》编写人员名单

主 编 焦荣华 刘文辉

副主编 万巧凤 祝继英 王西栋 石中全

编 者 (按照姓名笔画排列)

万巧凤 (宁夏医科大学高等卫生职业技术学院)

王西栋 (枣庄科技职业学院)

乌仁高娃 (赤峰学院)

石中全 (重庆三峡医药高等专科学校)

任 娜 (湖南科技职业学院)

刘文辉 (山东中医药高等专科学校)

赵 建 (南阳医学高等专科学校)

祝继英 (雅安职业技术学院)

胥振国 (合肥职业技术学院)

贾淑平 (廊坊卫生职业学院)

徐广忠 (亳州职业技术学院)

程红兵 (长治医学院)

焦荣华 (湖南环境生物职业技术学院)

窦会娟 (漯河医学高等专科学校)

前 言

本书根据高职高专“十二五”规划教材编写要求及精神，由十四所高职高专院校的骨干教师联合编写。本书可作为高职高专院校药学、医学、生物技术、生物制药等专业的教材，可供从事医学、生物化学和生物制药研究及生产的实验技术人员参考。

本书在编写过程中，坚持理论知识“必要、实用”的原则，针对职业岗位所需的知识和能力结构，认真遴选教材内容，突出知识的应用，以满足“岗位需要、社会需要”。同时结合高职高专教材的特点和人才培养目标以及人才培养方案、课程标准的要求，对各章节内容进行了精心设计与安排，以满足学生的“学习需要”。本书共分四篇二十二章，第一篇免疫学基础，第二篇微生物学基础，第三篇微生物与药物，第四篇微生物与免疫学实验。编写中力求体现主题明确、有创新，内容符合专业及行业的实际需求，合理安排教材编写内容，同时，还力求做到系统完整、结构严密、科学准确、先进实用、可读性强。

本书的编写得到了各编写人员所在单位领导及有关同志的大力支持与帮助，各位编者为此书编写给予了高度热情，在此一并致以衷心的感谢。

由于编者经验与水平有限，加之编写时间仓促，书中疏漏之处在所难免，恳切希望广大师生在使用过程中批评指正。

编者

2013年3月

目 录

第一篇 免疫学基础

第一章 抗原	1	三、免疫球蛋白的其他成分	18
【学习目标】	1	四、免疫球蛋白的水解片段	18
第一节 抗原的特异性	1	第二节 各类免疫球蛋白的特性	19
第二节 影响抗原免疫原性的因素	2	一、IgG	19
一、抗原因素	2	二、IgM	19
二、宿主方面因素	3	三、IgA	19
三、抗原进入机体的方式	3	四、IgD	20
第三节 抗原的分类	3	五、IgE	20
一、根据抗原性能不同分类	3	第三节 免疫球蛋白的生物学活性和 人工制备抗体	20
二、根据抗原诱生抗体过程中是否需 要 T 细胞协助分类	3	一、免疫球蛋白的生物学活性	20
三、根据抗原与机体亲缘关系分类	3	二、人工制备抗体	21
四、根据抗原是否在抗原提呈细胞内 合成分类	4	【本章小结】	21
五、超抗原与免疫佐剂	5	【目标检测】	22
【本章小结】	5	第四章 补体系统	23
【目标检测】	5	【学习目标】	23
第二章 免疫系统	6	第一节 补体系统的概念、组成及 理化特性	23
【学习目标】	6	一、补体系统的概念	23
第一节 免疫器官	6	二、补体系统的组成与命名	23
一、中枢免疫器官	6	三、补体系统理化特性	24
二、外周免疫器官	7	第二节 补体系统的激活	24
第二节 免疫细胞	10	第三节 补体的生物学作用	27
一、淋巴细胞	10	一、溶解细菌、细胞及病毒作用	27
二、抗原提呈细胞	14	二、调理作用	27
三、其他免疫细胞	15	三、炎症介质作用	27
【本章小结】	15	四、免疫黏附作用	28
【目标检测】	15	五、免疫调节作用	28
第三章 免疫球蛋白	16	【本章小结】	28
【学习目标】	16	【目标检测】	28
第一节 免疫球蛋白的结构与类型	16	第五章 MHC 和细胞因子	29
一、免疫球蛋白的基本结构	16	【学习目标】	29
二、免疫球蛋白的结构域	17	第一节 MHC 及其分子	29

一、MHC 概述及分类	29	三、独特型网络的调节作用	44
二、HLA 的分布与结构	29	四、免疫应答的整体调节	44
三、HLA 的生物学作用	30	【本章小结】	45
四、HLA 复合体的遗传特点	30	【目标检测】	45
五、HLA 在医学上的意义	31	第七章 超敏反应	46
第二节 细胞因子	31	【学习目标】	46
一、细胞因子概念	31	第一节 I 型超敏反应	46
二、细胞因子的共同特性	32	一、参与 I 型超敏反应的物质	46
三、细胞因子的种类	32	二、发生机制	47
四、细胞因子的主要生物学作用	32	三、临床常见的疾病	48
【本章小结】	33	第二节 II 型超敏反应	48
【目标检测】	34	一、发生机制	49
第六章 免疫应答	35	二、常见疾病	49
【学习目标】	35	第三节 III 型超敏反应	50
第一节 概述	35	一、发生机制	50
一、免疫应答类型	35	二、常见疾病	51
二、免疫应答的过程	35	第四节 IV 型超敏反应	52
第二节 体液免疫应答	36	一、发生机制	52
一、抗原识别和提呈阶段		二、常见疾病	52
(感应阶段)	37	【本章小结】	54
二、活化、增殖和分化阶段		【目标检测】	54
(反应阶段)	38	第八章 免疫学应用	55
三、效应阶段	40	【学习目标】	55
四、体液免疫生物学效应	40	第一节 免疫学防治	55
五、抗体产生的一般规律	41	一、免疫预防	55
第三节 T 细胞介导的免疫应答	42	二、免疫治疗	57
一、 T_H 细胞介导的炎症反应	42	第二节 免疫学诊断	59
二、 T_C 细胞 (CTL) 介导的细		一、抗原抗体的检测	59
胞毒作用	42	二、免疫细胞功能检测	62
三、细胞免疫的生物学效应	43	三、细胞因子检测	62
第四节 免疫应答的调节	43	【本章小结】	63
一、 T_H 细胞的调节作用	44	【目标检测】	63
二、抗体分子的调节作用	44		

第二篇 微生物学部分

第九章 绪论	64	【本章小结】	66
【学习目标】	64	【目标检测】	66
一、微生物的分型分类	64	第十章 细菌的形态与结构	67
二、微生物与人的关系	64	【学习目标】	67
三、微生物学	65	第一节 细菌的大小与形态	67
四、微生物学发展历史	65	第二节 细菌的结构	68

一、细菌的基本结构	68	第二节 细菌的感染	94
二、细菌的特殊结构	71	一、感染的概念	94
第三节 细菌形态的检查方法	73	二、感染的来源	94
一、不染色法	73	三、感染的传播途径	94
二、染色法	73	四、感染的类型	94
【本章小结】	74	【本章小结】	95
【目标检测】	74	【目标检测】	96
第十一章 细菌的生理	75	第十四章 病原性细菌	97
【学习目标】	75	【学习目标】	97
第一节 细菌的化学组成和		第一节 化脓性细菌	97
物理性状	75	一、葡萄球菌属	97
一、细菌的化学组成	75	二、链球菌属	99
二、细菌的物理性状	75	三、奈瑟菌属	101
第二节 细菌的生长繁殖与培养	76	四、假单胞菌属	102
一、细菌的生长繁殖	76	第二节 肠道杆菌	102
二、细菌的人工培养	77	一、埃希菌属	102
第三节 细菌的代谢产物及意义	79	二、志贺菌属	104
一、细菌的分解代谢产物及意义	79	三、沙门菌属	104
二、细菌的合成代谢产物及意义	80	第三节 弧菌属	105
【本章小结】	81	第四节 厌氧性细菌	106
【目标检测】	81	一、破伤风梭菌	107
第十二章 细菌与外界环境	82	二、产气荚膜梭菌	107
【学习目标】	82	三、肉毒梭菌	107
第一节 细菌的分布	82	第五节 分枝杆菌属	107
一、细菌在自然界的分布	82	第六节 其他重要病原性细菌	109
二、细菌在人体的分布	83	【本章小结】	110
第二节 外界因素对细菌的影响	84	【目标检测】	110
一、常用消毒灭菌法	84	第十五章 其他原核细胞型微生物	111
二、化学法消毒灭菌	86	【学习目标】	111
三、生物因素的影响	88	第一节 支原体	111
第三节 细菌的遗传与变异	88	第二节 衣原体	111
一、细菌的变异现象	88	第三节 立克次体	112
二、变异在医学中的实际应用	89	第四节 螺旋体	113
【本章小结】	90	一、梅毒螺旋体	113
【目标检测】	90	二、钩端螺旋体	114
第十三章 细菌的致病性	91	【本章小结】	115
【学习目标】	91	【目标检测】	116
第一节 细菌的致病性	91	第十六章 放线菌	117
一、细菌的毒力	91	【学习目标】	117
二、细菌的侵入数量	93	一、链霉菌属	117
三、细菌的侵入门户	93	二、放线菌属	117

三、诺卡菌属	118
四、小单孢菌属	118
五、链孢囊菌属	118
六、游动放线菌属	119
【本章小结】	119
【目标检测】	119
第十七章 病毒概述	120
【学习目标】	120
第一节 病毒形态、结构与 化学组成	120
一、病毒的大小与形态	120
二、病毒的结构与化学组成	120
第二节 病毒的增殖与遗传变异	122
一、病毒的复制	122
二、病毒的异常增殖	124
三、病毒的干扰现象	124
四、病毒的变异现象	124
第三节 理化因素对病毒的影响	124
一、物理因素	125
二、化学因素	125
第四节 病毒的感染和免疫	125
一、病毒的感染	125
二、抗病毒免疫	127
【本章小结】	127
【目标检测】	128
第十八章 致病性病毒	129
【学习目标】	129
第一节 流行性感冒病毒	129
一、生物学性状	129

二、致病性	130
三、诊断	130
四、防治原则	130
第二节 肝炎病毒	131
一、甲型肝炎病毒	131
二、乙型肝炎病毒	131
三、其他肝炎病毒	133
第三节 人类免疫缺陷病毒	133
一、生物学性状	134
二、传播途径	134
三、致病性	134
四、检测方法	135
五、防治原则	136
第四节 其他致病性病毒	136
【本章小结】	137
【目标检测】	137
第十九章 真菌	138
【学习目标】	138
第一节 真菌的生物学性状	138
一、真菌的形态与结构	138
二、真菌的繁殖与培养	140
三、真菌的变异与抵抗力	140
四、真菌的致病性	141
第二节 常见病原性真菌	141
一、浅部感染真菌	141
二、深部感染真菌	142
【本章小结】	143
【目标检测】	144

第三篇 微生物与药物

第二十章 微生物与药物制剂	145
【学习目标】	145
第一节 抗生素	145
一、抗生素的概念	145
二、医用抗生素应具备的条件	145
三、抗生素的分类	146
四、抗生素的生产	147
五、抗药性	149
六、抗生素的效价、单位及	

测定法	150
第二节 维生素与氨基酸	151
一、维生素	151
二、氨基酸	152
第三节 酶制剂及酶抑制剂	153
一、酶制剂	153
二、酶抑制剂	153
第四节 其他微生物制剂	154
【本章小结】	155

【目标检测】	155	二、进行微生物学检验	161
第二十一章 微生物与药物变质	156	三、合理使用防腐剂	161
【学习目标】	156	四、合格的包装材料和存储方法	162
第一节 药物中微生物污染的来源	157	【本章小结】	162
一、环境	157	【目标检测】	162
二、水	157	第二十二章 药物制剂的微生物学	
三、生产人员	157	检查	163
四、药物原材料	158	【学习目标】	163
五、厂房建筑和制药设备	158	第一节 无菌制剂的无菌检查	163
六、包装	158	一、无菌检查的基本原则	163
第二节 微生物引起的药物变质	158	二、无菌检查的基本方法	163
一、微生物污染药物的认定	158	第二节 口服药及外用药的微生物	
二、药物变质的外在表现	159	学检查	164
三、影响药物变质的因素	159	一、细菌总数的测定	164
四、药物变质的危害	159	二、霉菌和酵母菌总数的测定	164
第三节 防止微生物污染药物		三、病原菌的检验	165
的措施	161	四、活螨的检验	167
一、加强药品生产管理	161		

第四篇 微生物与免疫学实验

医学微生物学与免疫学实验室规则	168	二、细菌标本的检查方法	175
微生物与免疫学实验室安全守则	168	实验三 细菌的培养	177
实验一 免疫学	168	实验四 细菌的分布与消毒灭菌	181
一、免疫细胞观察(示教)	168	一、细菌的分布(空气及咽喉部的	
二、豚鼠过敏反应观察(示教)	169	微生物检查)	181
三、直接凝集反应	170	二、皮肤上的微生物检查与皮肤	
四、间接凝集抑制试验(示教)	172	消毒试验	182
五、单向琼脂扩散试验		三、物理因素对细菌的影响	182
结果观察(示教)	172	实验五 病原性细菌的培养与鉴定	184
六、酶联免疫吸附试验——双抗体		一、金黄色葡萄球菌	184
夹心法结果观察(示教)	172	二、大肠埃希菌	186
七、胶体金免疫色谱试验		实验六 药物敏感试验	188
(示教)	173	一、纸片扩散法	189
八、常用生物制剂观察(示教)	174	二、稀释法	194
实验二 细菌形态与结构的检查	175	三、E-test法	195
一、细菌的基本形态和特殊结		四、联合药物敏感试验	195
构的观察	175	五、自动化仪器法	195
参考文献	196		

第一篇 免疫学基础

第一章 抗原

学习目标

掌握：抗原的概念、特性、特异性。

熟悉：抗原的分类，医学上重要的抗原。

了解：共同抗原与交叉反应。

免疫 (immunity) 一词源于拉丁文，原意为免除劳疫和税赋，在免疫学上被引申为机体免除疾病及抵抗疾病的意思。随着免疫学理论和实验技术的研究进展，人类对免疫的本质有了进一步的认识，其现代概念是指机体对“自己”和“非己”的识别并排除“非己”的功能，即机体识别和排除抗原性异物，以维持机体的生理平衡和稳定的一种生理功能。

机体对抗原性异物的识别和清除的过程称为免疫应答。在机体免疫功能正常的情况下，发挥免疫保护作用，如抗感染免疫和抗肿瘤免疫；而在免疫功能失调的情况下，免疫应答可造成机体组织损伤，产生疾病。因此，可将免疫系统执行的功能概括为三个方面：免疫防御、免疫稳定与免疫监视，见表 1-1 所示。

表 1-1 免疫系统的功能与表现

免疫功能	正常表现	异常表现
免疫防御	抵抗病原体的入侵及中和毒素作用	超敏反应、免疫缺陷病
免疫稳定	对自身成分耐受、清除抗原异物	免疫失调、自身免疫病
免疫监视	清除突变细胞	肿瘤或持续感染

抗原 (antigen, Ag) 是指能与 T 细胞抗原受体 (T cell receptor, TCR) 和 B 细胞抗原受体 (B cell receptor, BCR) 特异性结合，刺激其活化、增殖、分化，产生抗体或致敏淋巴细胞，并能与相应抗体或致敏淋巴细胞发生特异性结合的物质。

抗原具备两个基本性能：一是抗原能刺激机体产生免疫应答，诱导产生抗体或致敏淋巴细胞的能力，即免疫原性；二是抗原能与相应的抗体或致敏淋巴细胞特异性结合的能力，即抗原性，又称免疫反应性。

第一节 抗原的特异性

抗原的特异性是适应性免疫应答最重要的特征，是指抗原刺激机体产生抗体或致敏淋巴细胞并与抗体或致敏淋巴细胞结合所表现的专一性，即某一特定抗原只能刺激机体产生针对自己的特异性的抗体或致敏淋巴细胞，也只能与自己相应的抗体或致敏淋巴细胞发生结合反

应。决定抗原特异性的物质基础是抗原决定基。

1. 抗原决定基的概念

存在于抗原分子中决定抗原特异性的特殊化学基团称为抗原决定基 (antigenic determinant, AD), 又称表位或抗原决定簇。它是抗原与 TCR/BCR、抗体特异性结合的基本结构单位, 一般由 5~15 个氨基酸或 5~7 个多糖残基或核苷酸组成。

抗原分子中能与相应抗体结合的抗原决定基的总数称为抗原结合价。半抗原为单价抗原, 天然抗原一般是大分子, 是多价抗原, 表面常带有多种抗原决定基组成, 可以和多种抗体分子结合。

2. 抗原决定基的类型和影响因素

根据结构特点的不同抗原决定基可分为顺序决定基和构象决定基。顺序决定基由连续线性排列的短肽构成, 又称为线性决定基。构象决定基是短肽或多糖残基在序列上的不连续排列, 在空间上形成特定的构象, 又称为非线性决定基。T 细胞只能识别由抗原提呈细胞加工提呈的线性决定基, B 细胞可识别线性或构象决定基。所以可根据识别的抗原决定基的不同, 将其分为 T 细胞抗原决定基和 B 细胞抗原决定基。B 细胞抗原决定基位于抗原表面, 能直接刺激 B 细胞; T 细胞抗原决定基存在于抗原物质的任何部位。抗原决定基的性质、数目、位置和空间构象决定着抗原决定基的特异性。

不同抗原分子中可能存在相同或相似的抗原决定基, 叫做共同抗原决定基, 带有共同抗原决定基的不同抗原称为共同抗原。共同抗原刺激机体产生的抗体可与共同抗原中的另一抗原的相同决定基发生结合反应、交叉反应。共同抗原的存在和交叉反应的发生是由于抗原的异质性和共同抗原决定基所致。

第二节 影响抗原免疫原性的因素

一、抗原因素

1. 异物性

异物性是指抗原与宿主自身正常组织成分的差异程度。抗原与宿主之间的亲缘关系越远, 组织结构差异越大, 异物性越强, 免疫原性越强。异物性物质主要包括: ①异种物质。与宿主不是同一物种的抗原性物质, 如病原生物及其代谢产物、异种动物血清、植物蛋白、某些药物等。②同种异型抗原。如人类红细胞血型抗原、组织相容性抗原等。③自身抗原。如发生改变或修饰的自身成分、隐蔽的自身抗原等。一般认为凡是在胚胎时期未与免疫活性细胞接触过的物质, 都被认为是异物。

2. 理化性状

(1) 分子量 抗原的分子质量一般在 10kDa 以上, 4kDa 以下者多不具有免疫原性, 抗原分子的分子量越大, 含有抗原决定基越多, 免疫原性越强。

(2) 化学性质 天然抗原多为大分子物质。蛋白质具有良好的免疫原性, 多肽和多糖类也有一定的免疫原性, 核酸和脂类的免疫原性比较弱。

(3) 空间构象 抗原分子的空间构象也影响抗原的免疫原性。一些抗原分子在天然状态下可刺激产生特异性抗体, 变性后构象发生改变, 就失去了诱生同样抗体的能力。抗原物质立体构象越复杂, 与淋巴细胞表面抗原受体接触点越多, 免疫原性越强, 引起的免疫反应也越强。

(4) 易接近性 是指抗原决定基与淋巴细胞抗原受体相互接触的难易程度。抗原分子中氨基酸残基侧链位置的不同,可影响抗原与淋巴细胞抗原受体的结合,从而影响抗原的免疫原性。

(5) 物理状态 聚合状态的蛋白质较其单体有更强的免疫原性;颗粒性抗原的免疫原性比可溶性抗原强。所以常把免疫原性弱的物质吸附在某些大颗粒表面,增强其免疫原性。

二、宿主方面因素

(1) 遗传背景 机体对抗原的免疫应答是由遗传基因控制的。个体的遗传基因不同,对同一抗原免疫应答的程度也不同。

(2) 性别、年龄及健康状况 一般来说青壮年机体对抗原的免疫应答强;新生儿或婴儿因B细胞尚未分化成熟,对多糖类抗原不应答,容易发生细菌感染;雌性动物比雄性动物抗体水平高,但雌性动物怀孕后应答能力受到显著抑制;感染、免疫抑制剂都能影响免疫系统对抗原的应答。

三、抗原进入机体的方式

抗原进入机体的剂量、途径、免疫间隔时间、免疫次数、免疫佐剂的应用和佐剂类型等都能影响机体对抗原的应答。抗原剂量要适中,太低或太高容易诱导免疫耐受;免疫的途径以皮内免疫最佳,其次是皮下免疫,腹腔注射、静脉注射效果差,口服易诱导耐受;注射的间隔时间要适当,次数不宜太频;要选择适当的免疫佐剂,弗氏佐剂主要诱导产生IgG类抗体,明矾佐剂主要诱导IgE类抗体产生。

第三节 抗原的分类

一、根据抗原性能不同分类

1. 完全抗原

既具有免疫原性又具有抗原性的物质称为完全抗原。异种蛋白质是很好的完全抗原,如细菌、病毒、异种动物血清等。

2. 半抗原

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。半抗原与大分子蛋白质等载体结合可转化为完全抗原。小分子物质如多糖、类脂、小分子药物等多为半抗原,它们与蛋白质结合可获得免疫原性,成为完全抗原。

二、根据抗原诱生抗体过程中是否需要T细胞协助分类

1. 胸腺依赖性抗原 (thymus dependent antigen, TD-Ag)

TD-Ag刺激B细胞产生抗体过程中需要T细胞辅助。绝大多数蛋白质抗原是TD-Ag(如病原微生物、血细胞抗原、血清蛋白等)。

2. 胸腺非依赖性抗原 (thymus independent antigen, TI-Ag)

TI-Ag抗原刺激B细胞产生抗体时不需要T细胞辅助。如细菌的脂多糖、肺炎球菌的荚膜多糖等可直接刺激B细胞产生抗体。

三、根据抗原与机体亲缘关系分类

1. 异种抗原

异种抗原是指来自另一物种的抗原性物质。

(1) 病原生物及代谢产物 细菌、病毒、寄生虫等含有天然抗原复合物有较强的免疫原性,如细菌的菌体抗原、鞭毛抗原等。外毒素是某些细菌合成并分泌的蛋白质,免疫原性很强,可以刺激机体产生抗体。用 0.3%~0.4% 甲醛处理外毒素,可使其毒性丧失保留免疫原性成为类毒素,可用于人体接种,预防疾病,如白喉类毒素、破伤风类毒素。

(2) 动物免疫血清 用类毒素免疫动物后,动物血清中可含有大量的抗毒素,即动物免疫血清,用于特异性治疗和紧急预防。动物免疫血清具有双重作用:一是特异性抗体,中和外毒素的毒性;二是异种抗原,有较强的免疫原性,可刺激机体产生相应的抗体,导致超敏反应发生。

2. 同种异型抗原

同种异型抗原是指同一种属不同个体间的抗原,也称为同种异体抗原。

(1) 人类红细胞抗原 主要有 ABO 血型抗原和 Rh 血型抗原,由于血清中天然 ABO 血型抗体的存在,血型不同的个体输血可引起溶血反应;母亲与胎儿 Rh 血型不合,可引起新生儿溶血症。

(2) 主要组织相容性抗原 人类主要组织相容性抗原称为人类白细胞抗原 (human leukocyte antigen, HLA),此抗原型别极多,不同个体间差异较大。HLA 参与机体免疫应答与调节,与某些疾病发生有关。

3. 自身抗原

在一定条件下,自身组织可以成为抗原,发生免疫应答,引起自身免疫病,称为自身抗原。

(1) 隐蔽抗原暴露 未与机体免疫系统接触过的自身组织蛋白如晶体蛋白、甲状腺蛋白、脑组织、男性精子等称为隐蔽抗原。外伤、感染等原因使它们接触免疫系统,便成为自身抗原,引起自身免疫病。

(2) 修饰的自身成分 感染、电离辐射、药物等导致自身正常组织结构发生改变,或者形成新的功能性决定基,成为自身抗原,引起自身免疫病。

4. 异嗜性抗原

存在于不同种属生物体间的共同抗原,称为异嗜性抗原。如 A 族乙型溶血性链球菌细胞膜成分与人体肾小球基底膜、心肌组织间存在异嗜性抗原。少数人感染乙型溶血性链球菌后产生抗体,与肾小球基底膜、心肌组织上的异嗜性抗原结合激发免疫应答,引起肾小球肾炎、风湿热等疾病。

5. 肿瘤抗原

肿瘤抗原是指在肿瘤发生、发展过程中出现或过度表达的抗原物质。可分为肿瘤特异性抗原和肿瘤相关抗原。

(1) 肿瘤特异性抗原 只由某种肿瘤细胞产生的新抗原,如结肠癌、乳腺癌、黑色素瘤等肿瘤细胞表面出现的特异性抗原。

(2) 肿瘤相关抗原 正常组织细胞极少量产生,在细胞癌变时明显增高的抗原。只出现量的变化,无严格的肿瘤特异性,如甲胎蛋白、癌胚抗原等。

四、根据抗原是否在抗原提呈细胞内合成分类

1. 内源性抗原

在抗原提呈细胞内新合成的抗原,如病毒感染细胞后合成的病毒蛋白、肿瘤细胞内合成的肿瘤抗原等。这类抗原在细胞内加工处理为抗原肽,与 MHC-I 类分子结合形成复合物,

提呈给 CD_8^+ T 细胞。

2. 外源性抗原

来源于抗原提呈细胞外的抗原，抗原提呈细胞摄取后，加工处理形成抗原肽，与 MHC-II 类分子结合形成复合物，提呈给 CD_4^+ T 细胞。

五、超抗原与免疫佐剂

1. 超抗原 (superantigen, SA_g)

超抗原是一类主要由细菌、病毒的成分及其产物组成的，可直接结合抗原受体，免疫原性极强，极微量即可激活大量 T、B 细胞，产生极强的免疫应答的物质。包括细菌外毒素、反转录病毒蛋白及热激蛋白等。超抗原作用不受 MHC (主要组织相容性复合体) 限制，无严格抗原特异性。

2. 免疫佐剂

预先或与抗原一起注入机体，增强机体对该抗原的免疫应答或改变免疫应答类型的物质，称为免疫佐剂，又称佐剂，为非特异性免疫增强剂。佐剂的种类很多，生物性的如卡介苗 (BCG)、细菌脂多糖 (LPS)，化学性的如氢氧化铝、植物油、矿物油等。

佐剂的作用机制主要有：①改变抗原的物理性状，形成抗原储存库，延长抗原在体内滞留时间，延缓抗原降解和排除；②增强单核-巨噬细胞系统对抗原的处理和提呈能力；③促进淋巴细胞的增殖分化，从而增强和扩大免疫应答的能力。

佐剂的应用范围广泛，主要用途有：①预防接种时加用佐剂增强疫苗的免疫效果；②免疫动物时加用佐剂可获得高效价的动物免疫血清；③作为非特异性免疫增强剂用于抗肿瘤、慢性感染的辅助治疗。

本章小结

抗原是指能与 T 细胞抗原受体和 B 细胞抗原受体特异性结合，刺激其活化、增殖、分化，产生抗体或致敏淋巴细胞，并能与相应抗体或致敏淋巴细胞发生特异性结合的物质。抗原具备两个基本性能：一是免疫原性；二是抗原性，又称免疫反应性。抗原的特异性是适应性免疫应答最重要的特征，决定抗原特异性的物质基础是抗原决定基。

目标检测

1. 什么是抗原，抗原的特性有哪些？半抗原的性质是什么？
2. 决定抗原特异性的物质基础是什么？什么是抗原决定基？
3. 抗原怎样分类？
4. 医学上的重要抗原有哪些？

(刘文辉)

第二章 免疫系统

学习目标

掌握：各种免疫器官的结构和功能，T细胞、B细胞、NK细胞的主要表面分子、分类及功能，抗原提呈细胞的种类及特点。

熟悉：免疫器官的功能，抗原加工、提呈的过程。

了解：其他免疫细胞的功能。

免疫系统 (immune system) 由免疫器官和组织、免疫细胞、免疫分子三部分共同组成 (图 2-1)，完成机体的免疫功能。

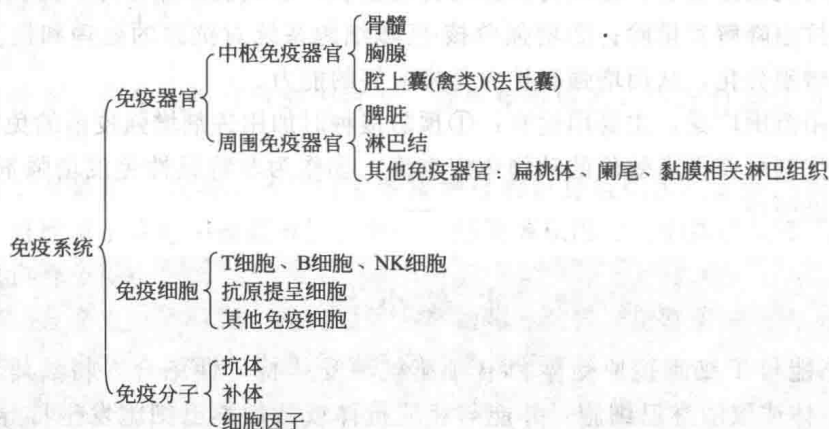


图 2-1 免疫系统的组成

第一节 免疫器官

免疫器官是免疫细胞发生、分化、成熟、定居、增殖和产生免疫应答的场所，按功能和免疫细胞发生不同，分为中枢免疫器官和外周免疫器官，二者通过血液循环、淋巴循环相互联系。

一、中枢免疫器官

中枢免疫器官是免疫细胞发生、分化、发育和成熟的场所，主要包括胸腺、骨髓和禽类的腔上囊。

1. 骨髓

骨髓 (bone marrow) 是各种血细胞和免疫细胞的发源场所，也是人类 B 淋巴细胞分化、成熟的器官。骨髓多能血干细胞在骨髓微环境的影响下分化为髓样干细胞和淋巴样干细胞，前者增殖、分化、成熟为红细胞、粒细胞、单核细胞、树突状细胞；后者发育分化为各

种淋巴细胞（T 细胞、B 细胞、NK 细胞）和树突状细胞。

骨髓是发生体液免疫应答的场所。骨髓是血清抗体的主要来源地，在骨髓发生的再次免疫应答，可以缓慢、持久地产生大量抗体（主要是 IgG）。骨髓功能缺陷（如大剂量放射线照射）时，会严重损害机体的造血功能和免疫功能。如将正常的造血干细胞或淋巴干细胞移植给免疫缺陷病人，可部分或全部恢复造血功能和免疫功能。

2. 胸腺

胸腺（thymus）是 T 细胞发育、分化、成熟的场所。胸腺在胚胎第 9 周开始发育，胚胎第 20 周发育成熟，青春期以后逐渐萎缩，被脂肪组织代替。

由骨髓迁入胸腺的前 T 细胞，在胸腺内环境作用下，发育、分化、成熟为有功能的 CD_4^+ T 细胞和 CD_8^+ T 细胞，移居于外周免疫器官。前 T 细胞在胸腺发育、分化为成熟 T 细胞的过程经历阳性选择和阴性选择，仅 1% 左右的前 T 细胞才能分化为具有 MHC 限制性识别能力、对自身抗原耐受的成熟 T 细胞。如胸腺细胞发育异常，则影响机体的细胞免疫功能。如 DiGeorge 综合征患儿先天胸腺发育不全，导致细胞免疫缺陷，极易发生反复感染，甚至死亡。

胸腺还具有：①免疫调节功能，调节机体免疫平衡、维持自身稳定；②参与自身免疫耐受的建立，胸腺功能障碍时，可导致自身耐受终止，诱发自身免疫病。

二、外周免疫器官

1. 淋巴结

淋巴结（lymphnode）广泛分布于人体，全身约有 500~600 个淋巴结，主要位于非黏膜部位，是结构完整的外周免疫器官。

（1）淋巴结的结构 淋巴结分为被膜和实质两部分，实质分为皮质和髓质两部分（图 2-2）。

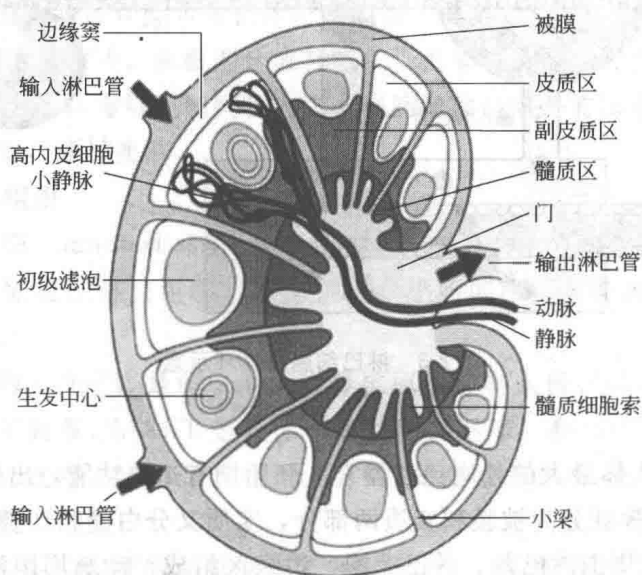


图 2-2 淋巴结结构模式图

① 皮质。包括浅皮质区、深皮质区。浅皮质区紧邻被膜，为 B 细胞定居的场所。大量初始 B 细胞聚集形成淋巴滤泡，接受抗原刺激后出现生发中心，内含大量增殖分化的 B 浆