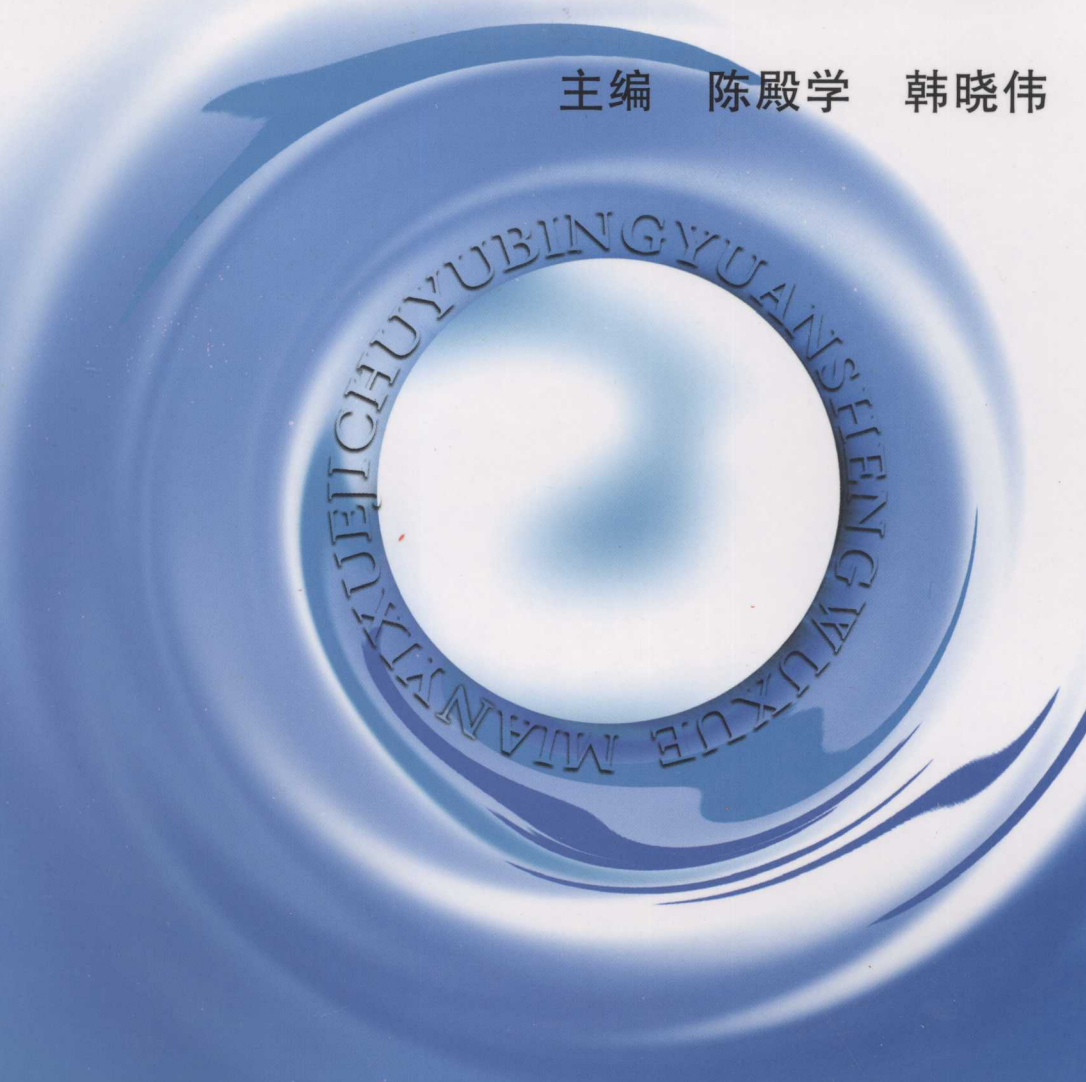


高等中医药院校教材

(供中医药类各专业使用)

免疫学基础与 病原生物学

主编 陈殿学 韩晓伟



辽宁科学技术出版社

高等中医药院校教材

(供中医药类各专业使用)

免疫学基础与病原生物学

主 编 陈殿学 韩晓伟

主 审 关洪全 姜 欣

江苏工业学院图书馆
藏书章

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

免疫学基础与病原生物学 / 陈殿学, 韩晓伟主编. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007.2

ISBN 978-7-5381-5002-5 (各类图书中册)

I. 免… II. ①陈…②韩… III. ①医药学: 免疫学②病原微生物 IV. R392 R37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 026168 号

朴御韩 李凤利 编 主

郑 美 全 郑 关 审 主

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳航空发动机研究所印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 184mm×260mm

印 张: 15.5

字 数: 350 千字

印 数: 1~1000

出版时间: 2007 年 2 月第 1 版

印刷时间: 2007 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑: 凌 敏

封面设计: 刘 枫

版式设计: 于 浪

责任校对: 雪 春

定 价: 28.70 元

联系电话: 024-23284363

E-mail: lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

http: //www.lnkj.com.cn

编 委 会

主 编 陈殿学 韩晓伟

副主编 陈文娜 李福海 王永强

主 审 关洪全 姜 欣

编 者 (以姓氏笔画为序)

马贤德 王永强 孙延娜

孙宏伟 李福海 陈文娜

陈殿学 侯殿东 韩晓伟

雷 萍

前 言

现代免疫学和病原生物学发展迅速，教材内容也不断地更新，众多的教材不断地收录新知识、新技术、新成果，使本专业教材的内容更加丰富、完善。但是，教材内容应与教学时数相适应，必须适合授课对象，体现教材的思想性、科学性、先进性、适应性。为了体现教材的这一宗旨，我们编写了这部适合于高等中医院校各专业使用的教材。

本教材是按照高等医学院校本科医学免疫学和病原生物学教学大纲的要求进行编写的，并根据这一层面学生的基础和学时数等情况，在注重基本知识，保持专业知识的系统性、完整性的前提下，压缩了以往教材的内容，使教材简洁明了，易于接受。

本教材分为四篇，内容包括医学免疫学基础、医学微生物学、医学寄生虫学、免疫学与病原生物学实验，前三篇共设二十七章，实验部分又分成医学免疫学实验、医学微生物学实验及医学寄生虫学实验三部分。可满足学生获取医学免疫学和病原生物学的基本知识和概念的要求。

本教材面对中医药类不同专业、不同层次的学生，可根据教学时数和教学要求的不同，对内容进行适当取舍。

本教材是编者们的根据自己的教学经验和对大量教材的研究进行编写的，但因我们编写经验和学术水平有限，在本教材中可能会存在很多不足之处，敬请各位同行批评指正。

编 者

2007年2月

目 录

第一篇 免疫学基础

概 述	1	第一节 非特异性免疫	18
第一章 抗 原	3	第二节 特异性免疫	20
第一节 抗原的概念与特性	3	第四章 超敏反应	25
第二节 抗原必备的条件	3	第一节 I型超敏反应	25
第三节 抗原的种类	4	第二节 II型超敏反应	28
第四节 医学上重要的抗原	5	第三节 III型超敏反应	30
第二章 免疫系统	8	第四节 IV型超敏反应	32
第一节 免疫器官	8	第五章 免疫学应用	35
第二节 免疫细胞	9	第一节 免疫学防治	35
第三节 免疫分子	11	第二节 免疫学诊断	38
第三章 抗感染免疫	18		

第二篇 医学微生物学

概 述	41	第三节 其他病原性球菌	70
第六章 细菌学总论	43	第八章 肠道杆菌	75
第一节 细菌的形态与结构	43	第一节 埃希菌属	75
第二节 细菌的生长繁殖与 培养	47	第二节 志贺菌属	78
第三节 细菌的分布与消毒 灭菌	50	第三节 沙门菌属	81
第四节 噬菌体	55	第四节 其他杆菌属	84
第五节 细菌的遗传与变异	56	第九章 弧菌属	85
第六节 细菌的致病作用	59	第一节 霍乱弧菌	85
第七章 病原性球菌	64	第二节 副溶血弧菌	87
第一节 葡萄球菌属	64	第十章 厌氧性细菌	89
第二节 链球菌属	67	第一节 无芽孢厌氧菌	89
		第二节 厌氧芽孢梭菌	91
		第十一章 动物源性细菌	97

第一节 布鲁菌属	97	第一节 脊髓灰质炎病毒	147
第二节 耶尔森菌属	99	第二节 其他肠道病毒	148
第三节 炭疽芽孢杆菌	101	第十八章 肝炎病毒	150
第十二章 分枝杆菌属	103	第一节 甲型肝炎病毒	150
第一节 结核分枝杆菌	103	第二节 乙型肝炎病毒	151
第二节 麻风分枝杆菌	107	第三节 丙型肝炎病毒	155
第十三章 其他病原性细菌	109	第四节 其他型肝炎病毒	156
第一节 白喉棒状杆菌	109	第十九章 黄病毒与出血热病毒	158
第二节 百日咳鲍特菌	111	第一节 黄病毒	158
第三节 铜绿假单胞菌	112	第二节 出血热病毒	160
第四节 嗜肺军团菌	112	第二十章 疱疹病毒	162
第五节 幽门螺杆菌	114	第一节 单纯疱疹病毒	162
第十四章 其他原核细胞型		第二节 水痘-带状疱疹病毒	163
微生物	115	第三节 其他疱疹病毒	165
第一节 支原体	115	第二十一章 逆转录病毒及其他	
第二节 立克次体	117	病毒	168
第三节 衣原体	119	第一节 人类免疫缺陷病毒	168
第四节 螺旋体	122	第二节 其他病毒	171
第五节 放线菌	126	第二十二章 真菌学总论	174
第十五章 病毒	129	第一节 真菌的生物学性状	174
第一节 病毒的基本性状	129	第二节 真菌的致病性与	
第二节 病毒的感染与免疫	132	免疫性	176
第三节 病毒感染的检查方法	135	第三节 真菌感染的微生物学	
第四节 病毒感染的防治原则	137	检查	177
第十六章 呼吸道感染病毒	139	第四节 真菌性疾病的防治	
第一节 流行性感冒病毒	139	原则	178
第二节 SARS 冠状病毒	142	第二十三章 主要致病性真菌	179
第三节 麻疹病毒	143	第一节 浅部感染真菌	179
第四节 其他呼吸道病毒	145	第二节 深部感染真菌	179
第十七章 肠道病毒	147	第三节 条件致病性真菌	180

第三篇 医学寄生虫学

第二十四章 医学寄生虫学总论	183	概念	183
第一节 医学寄生虫学及相关		第二节 寄生虫与宿主间的相互	

关系	184	第二十六章 医学原虫学	208
第三节 寄生虫病的传播流行 与防治原则	186	第一节 概述	208
第二十五章 医学蠕虫学	188	第二节 常见医学原虫	210
第一节 线虫纲	188	第二十七章 医学节肢动物学	219
第二节 吸虫纲	196	第一节 概述	219
第三节 绦虫纲	202	第二节 常见医学节肢动物及与 疾病的关系	220

第四篇 免疫学与病原生物学实验

第一部分 医学免疫学实验

实验一 小白鼠巨噬细胞功能检测 ——体内吞噬法	222
实验二 补体溶血反应	223
实验三 T 淋巴细胞转化实验——小鼠体内诱 导法	224
实验四 动物血清中抗体含量的检测 ——间接 ELISA 法	225
实验五 抗体的检测(溶血法)	226
第二部分 医学微生物学实验	227

实验一 细菌的形态学观察	227
实验二 细菌的分离培养及消毒 灭菌	228
实验三 人体的正常菌群	231
实验四 结核菌的抗酸染色法	232
实验五 真菌的形态学观察	232
第三部分 医学寄生虫学实验	233
实验一 线虫部分	233
实验二 吸虫部分	236
实验三 绦虫、原虫部分	238

第一篇 免疫学基础

概 述

免疫学作为微生物学的一个分支,最早从研究抗感染开始。自 20 世纪 60 年代以来,作为一门新兴的学科,免疫学飞速发展,已经冲出了抗感染免疫的范畴,进入了现代免疫学的时期。

特别是近二十几年来,免疫学吸取了其他学科的先进技术,现已从整体水平、细胞水平跨入了分子基因水平的研究。许多与免疫相关的疾病,如组织或器官移植排斥、自身免疫病、超敏反应及肿瘤的发生与发展等非感染性问题,也可以用免疫学的理论来解释。可以说,免疫的理论与技术已广泛地深入到生物学和医学等领域,并与多学科广泛交叉,在防治疾病中发挥着重要的作用。

1. 免疫学与医学免疫学

免疫学是研究机体免疫系统的组织结构和生理功能的一门生物学科。医学免疫学是研究人体免疫系统的结构与功能以及机体如何识别病原生物等非己物质并与之发生反应的一门基础医学。

2. 传统免疫与现代免疫

免疫一词源于拉丁文字 *immunis*,原意为免除苛税和免除瘟疫,引申为免除疾病的意思。在某些传染病流行之前,预先人为地使易感者轻度感染,即可人工获得对这种疾病的抵抗力,通常把这种人工“感染”的免疫技术称为免疫接种,接种的制剂称为疫苗。早在 12 世纪时,我国就发明了预防天花的人痘苗,之后的牛痘苗和减毒活疫苗,也都是以病原生物制备的疫苗进行人工免疫的,所以传统的免疫概念主要是指对传染病的预防、诊断和治疗,即抗感染免疫。

随着研究的不断深入,人们对传统免疫有了新的认识,主要表现在两个方面:一方面,引起机体免疫应答的物质不一定都与病原体有关,如异型血细胞引起的输血反应,吸入花粉引起的过敏反应等;另一方面,免疫的效应不一定对机体均为有利,如器官移植的排斥反应、超敏反应等均可造成机体组织细胞的损伤。

现代免疫的新概念是指机体免疫系统识别和排除抗原性异物,维持自身生理平衡与稳定的功能,即识别“自己”,排除“异己”。

3. 免疫的功能

主要有以下三个方面:

(1) 免疫防御功能 即识别和清除病原生物和其他抗原性异物的功能。这种功能过低或缺陷则可发生反复感染或免疫缺陷病,反应过强可发生超敏反应。

(2) 免疫稳定功能 即识别和清除损伤或衰老的自身细胞,进行免疫调节,维持自身

稳定的功能。如果这种功能失调，则可发生自身免疫病。

(3) 免疫监视功能 即识别和清除机体内出现突变细胞的功能。如果监视功能降低或失调，有可能发生肿瘤和持续性感染（见下表）。

免疫的功能及其表现		
免疫功能	正常表现（有利）	异常表现（有害）
免疫防御	抵抗病原生物和其他抗原性异物的侵入	超敏反应、免疫缺陷病
免疫稳定	清除衰老、死亡、损伤的细胞	自身免疫病
免疫监视	清除突变细胞	形成肿瘤

4. 免疫学的学习目的
能应用有关理论知识，解释临床上常见的免疫现象和免疫性疾病的发生机制，并为诊断、防治免疫性疾病奠定基础。

思考题

- 1. 名词解释：免疫学，免疫。
- 2. 机体免疫功能包括哪几方面？正常和异常表现各是什么？

(陈殿学)

第一章 抗 原

第一节 抗原的概念与特性

一、抗原的概念

抗原 (*antigen*, *Ag*) 是一类能刺激机体的免疫系统发生免疫应答, 产生抗体或效应 T 细胞, 并能与相应的抗体或效应 T 细胞在体内或体外发生特异性结合而出现反应的物质, 亦称免疫原。

二、抗原的特性

抗原有两种性质, 即免疫原性和反应原性。

(1) 免疫原性 即刺激机体的免疫系统发生免疫应答, 产生抗体或效应 T 细胞的性质。

(2) 反应原性 又称免疫反应性, 即能与相应抗体和效应 T 细胞在体内或体外发生特异性结合的性质。

同时具有免疫原性和反应原性的物质称为完全抗原, 如细菌、细菌的外毒素等。只有反应原性而无免疫原性的物质称为半抗原, 如某些小分子药物。使半抗原成为完全抗原的物质称为载体, 如大分子的蛋白质。可诱导机体产生免疫耐受的抗原称为耐受原。可引起超敏反应的抗原称为超敏原或变应原。

第二节 抗原必备的条件

一、异物性

抗原的异物性是指抗原物质的化学结构与机体自身成分的化学结构不同或从未与机体免疫细胞接触过的物质。

从生物进化观点来看, 种属关系越远, 其组织成分间的化学结构差别越大, 抗原性越强。如将鸭血清蛋白注入鸡体内, 则抗原性较弱; 若将鸭血清蛋白注入兔体内, 则抗原性强。同种不同个体之间的组织和细胞成分也有一定差异, 彼此构成抗原, 如人类 ABO 血型等。正常情况下, 自身组织成分无免疫原性, 但在异常情况下, 也可能对机体具有免疫原性。

二、一定的理化性状

(1) 分子大小 完全抗原分子量一般在 10KD 以上, 小于 4000 的一般无抗原性。在一定范围内, 分子量越大, 免疫原性越强。

(2) 一定的化学组成和结构 大分子胶体物质具有复杂的化学结构,对淋巴细胞具有很强的刺激作用。此外,其化学结构也稳定,不易被破坏和清除,在体内停留时间长,能持续刺激淋巴细胞。若将蛋白质分解成肽、氨基酸,则可使其免疫原性减弱或消失。因此,含芳香族氨基酸的蛋白质免疫原性强;复杂的多糖具有一定的免疫原性;核酸的免疫原性较弱,但若与载体连接则可增强;脂类一般无免疫原性。

三、特 异 性

特异性即针对性、吻合性、对应性。抗原的特异性即表现在免疫原性上,也表现在反应原性上。

抗原的特异性是由抗原物质表面的特殊化学基团,即抗原决定基(又称表位)所决定的,抗原决定基也是抗原分子上与抗体相结合的部位(图 1-1)。一般蛋白质的抗原决定基由 5~6 个氨基酸构成。抗原的特异性与抗原决定基的化学组成和立体构型都有密切的关系。如果抗原决定基的分子式相同,但在构型上稍有不同,则它们的特异性也不一样。



图 1-1 抗原决定基(表位)

也有些抗原除与其相应抗体发生结合外,有时还能与其他抗体结合发生反应,这种情况称为交叉反应(图 1-2),把这样的抗原叫共同抗原。如伤寒沙门菌和副伤寒沙门菌。在亲缘关系很近的生物间出现的共同抗原叫类属抗原;无种属关系的物质间出现的共同抗原叫异嗜性抗原。



A.与相应抗体反应(+++++) B.交叉反应(++++)

图 1-2 交叉反应

抗原除必须具备上述三个条件之外,免疫的方法如免疫抗原的剂量、途径、次数以及免疫佐剂的选择都明显影响机体对抗原的应答。一般来说,抗原剂量要适量,太低和太高则诱导免疫耐受;免疫途径以皮内免疫最佳,皮下免疫次之,腹腔注射和静脉注射效果差,口服易诱导耐受;注射间隔要适当,次数不要太频;要选择好的佐剂,弗氏佐剂主要诱导 IgG 类抗体的产生,明矾佐剂易诱导 IgE 类抗体的产生。

第三节 抗原的种类

一、根据抗原的性能分类

(1) 完全抗原 具有免疫原性和反应原性两种性质的物质,叫完全抗原。绝大多数蛋白质都是完全抗原,如细菌、病毒、动物血清等。

(2) 半抗原 只有反应原性,而无免疫原性的物质,叫半抗原。半抗原的分子量都比较小,如多糖、类脂体和某些药物等。

二、根据抗原在刺激 B 细胞产生抗体是否需要 T 细胞辅助分类

(1) 胸腺依赖性抗原(TD-Ag) 在抗原刺激机体产生抗体时,需要在 Th 细胞的

辅助下和 $M\phi$ 的参与下才能刺激机体产生抗体的抗原叫 TD-Ag。绝大多数抗原都属于 TD-Ag。

这类抗原的共同特点是：多由蛋白质组成，分子量大，表面抗原决定簇种类多，但每种抗原决定簇的数量不多，而且分布不均匀，因此不能直接刺激 B 细胞。TD-Ag 刺激机体主要产生 IgG 类抗体，还可刺激机体产生细胞免疫应答和回忆应答。

(2) 非胸腺依赖性抗原 (TI-Ag) 不需要 T 细胞的辅助和 $M\phi$ 的参与，就能直接刺激 B 细胞产生抗体的抗原叫 TI-Ag。只有少数抗原属于 TI-Ag。

这类抗原的共同特点是：抗原的分子结构多呈长链，是多聚性物质，其分子表面有大量同样的抗原决定簇，故能与 B 细胞表面的几个抗原受体结合，形成交联，所以能直接作用于 B 细胞，刺激其产生抗体。TI-Ag 无载体决定簇，故不能激活 T_h 细胞，只能激活 B 细胞产生 IgM 类抗体，也不引起回忆应答。

三、根据其他分类

1. 根据抗原的来源 分为外源性抗原和内源性抗原。
2. 根据抗原的亲缘关系 分为异种抗原、同种异体抗原、自身抗原和异嗜性抗原。
3. 根据抗原是否天然存在 分为天然抗原和人工抗原。
4. 根据化学成分分类 分为蛋白质、脂蛋白、糖蛋白、多糖、脂多糖等抗原。

第四节 医学上重要的抗原

一、异种抗原

1. 病原生物

如细菌、病毒、立克次体和螺旋体等。其结构虽然简单，但化学组成相当复杂，都有较强的免疫原性，是多种抗原的复合物。如细菌有菌体抗原 (O 抗原)、鞭毛抗原 (H 抗原)、表面抗原 (荚膜抗原、K 抗原、Vi 抗原等)。

2. 细菌的外毒素与类毒素

(1) 外毒素 是革兰阳性细菌在代谢过程中分泌到菌体外的毒性物质，为蛋白质，毒性极强。如破伤风外毒素和白喉外毒素。

(2) 类毒素 外毒素经 0.3%~0.4% 甲醛处理后失去毒性，但仍保留免疫原性，称为类毒素。如白喉类毒素和破伤风类毒素。

3. 动物免疫血清 动物抗毒素免疫血清具有二重性。

(1) 异性抗毒素抗体 可中和体内相应的外毒素，具有防治疾病的作用。

(2) 异体抗原 是具有免疫原性的异种蛋白，能刺激机体产生抗动物血清蛋白的抗体。注射时应做皮试，以防止超敏反应的发生。

4. 其他与医学有关的异种抗原

植物花粉、药物、海产品、化妆品、化工原料、蛋、奶等，有时可引起超敏反应。

二、异嗜性抗原

是一类与种属特异性无关的，存在于人、动物、植物和微生物之间的共同抗原。有些

病原生物与人体的某些组织具有共同抗原成分,这种共同抗原是引起免疫病理损伤、导致某些疾病的物质基础。如溶血性链球菌的细胞膜与人肾小球基底膜及心肌组织有共同抗原存在,故在链球菌感染后,有可能出现急性肾小球肾炎或心肌炎。

三、同种异型抗原

1. 血型抗原

(1) ABO 血型抗原 根据红细胞膜上抗原的分类,人类血型可分为 A 型、B 型、AB 型和 O 型,血清中不含与本人血型相应的抗体。如不同血型间相互输血,可引起严重的输血反应。

(2) Rh 血型抗原 人的红细胞膜上,有一些抗原与恒河猴红细胞的抗原相同,称 Rh 抗原,中国汉族人中 99% 为 Rh 阳性。人体血清中不存在 Rh 抗原的天然抗体。若母亲为 Rh 阴性,当第一胎分娩时,胎儿 Rh⁺的红细胞通过胎盘进入母体,诱导母体产生抗 Rh 抗体。若母体第二次妊娠,胎儿又是 Rh⁺时,则母体的抗 Rh 抗体 (IgG) 便可通过胎盘进入胎儿体内,发生新生儿溶血症。

2. 人类白细胞抗原 (HLA)

存在于人类白细胞及所有有核细胞表面的一类抗原,与免疫应答的调控及移植排斥反应有关,是人类主要组织相容性抗原 (组织相容性复合体, MHC)。HLA 具有高度遗传多态性,除同卵双生者外,HLA 均不同。目前,HLA 型别分析在亲权鉴定和法医学个体识别中发挥着重大作用。

四、自身抗原

(1) 隐蔽的自身抗原 某些自身物质 (如眼晶状体蛋白、葡萄膜色素蛋白、甲状腺球蛋白和精子等) 在正常情况下与免疫系统隔绝,一旦因外伤或手术,使其进入血流,与免疫系统接触,则引起自身免疫应答。

(2) 修饰的自身抗原 当自身组织受到物理因素 (如电离辐射、烧伤等)、化学因素 (如药物) 或生物因素 (如微生物感染) 的影响时,分子结构发生改变,形成新决定基或使自身内部的决定基暴露出来,从而成为自身抗原。

五、肿瘤相关抗原

细胞在癌变过程中,细胞表面出现的具有免疫原性的许多新的大分子物质,叫肿瘤抗原。

(1) 肿瘤特异性抗原 只在某种癌细胞表面存在,而在其他种类的癌细胞和正常细胞表面不存在的抗原,称为肿瘤特异性抗原。

(2) 肿瘤相关抗原 不是癌细胞所特有的,只是患某些癌症以后,抗原的含量明显增加的抗原,称为肿瘤相关抗原。此类抗原只表现量的变化而无严格的肿瘤特异性,如甲胎蛋白 (AFP) 的升高,提示有原发性肝癌的可能。

六、超抗原

有些抗原具有强大的刺激能力,只需极低浓度 (1~10ng/ml) 即可诱发最大的免疫效

应，故称之为超抗原。目前发现有两类：

(1) 外源性超抗原 主要是指某些微生物的毒素。

(2) 内源性超抗原 指次要淋巴细胞刺激抗原。

超抗原激活大量 T 细胞产生细胞因子，量少时对机体有利，量多时有害。T 细胞大量增殖也可导致自身免疫病。

七、佐 剂

与抗原同时或先于抗原注射，能增强机体对该抗原的特异性应答或改变免疫应答的类型，称为免疫佐剂（佐剂）。目前动物实验中最常用的佐剂主要是弗氏不完全佐剂和弗氏完全佐剂两种。前者是由液体石蜡（或植物油）加羊毛脂（或吐温 80）制成，后者是在前者的基础上加入死结核杆菌或卡介苗制成的。

思考题

1. 名词解释：抗原，免疫原性，反应原性，完全抗原，共同抗原，异嗜性抗原。
2. 抗原必须具备哪些条件？
3. 医学上常见的抗原有哪些？

（韩晓伟）

第二章 免疫系统

免疫系统是由免疫器官、免疫细胞和免疫分子组成。

第一节 免疫器官

机体的免疫器官主要分中枢（一级）免疫器官和外周（二级）免疫器官两大类。

一、中枢免疫器官

中枢免疫器官是免疫细胞产生、发育、接受抗原刺激和分化、成熟的场所，并对外周免疫器官的发育起主导作用。包括骨髓、胸腺，鸟类还有腔上囊。

（1）骨髓 是人和其他哺乳动物的造血器官，也是各种免疫细胞的发源地。骨髓中含有强大分化潜力的多能干细胞，可增殖分化为形态和功能不同的非淋巴系干细胞和淋巴系干细胞。淋巴系干细胞可随血流，迁移至胸腺，发育为成熟 T 淋巴细胞；也可在骨髓中再分化为成熟 B 细胞。

哺乳动物和人的骨髓是 B 细胞成熟的场所，也可产生抗体。

（2）胸腺 胸腺位于胸骨后，由胚胎期第Ⅲ、Ⅳ对咽囊的内胚层分化而来。胸腺的结构和大小随年龄增长而发生变化。青春期最重，青春期后胸腺开始缓慢退化，老年期胸腺组织大部分被脂肪组织所取代，但仍保留一定功能。

骨髓淋巴干细胞经血液到达胸腺皮质称为胸腺细胞，它在胸腺分泌的激素如胸腺素、胸腺生成素、胸腺体液因子、淋巴细胞刺激因子和胸腺微环境的作用下，在胸腺皮质内分化为未成熟的胸腺细胞，然后移至髓质，成为成熟的 T 细胞，但 95%在产生后很快死亡。

胸腺是 T 淋巴细胞分化成熟的场所。如果胸腺功能缺陷，不仅可导致严重的细胞免疫功能障碍，体液免疫功能也会受到一定的影响。

二、外周免疫器官

外周免疫器官是成熟淋巴细胞定居的场所，也是 T 细胞和 B 细胞对外来抗原产生免疫应答的部位。外周免疫器官包括淋巴结、脾脏和其他淋巴组织。

（1）淋巴结 人体约有 500~600 个淋巴结，主要分布在全身淋巴通道上。淋巴结内有皮质和髓质。在被膜下层是浅皮质区，为 B 细胞的居住区，称骨髓依赖区，B 细胞约占淋巴结内淋巴细胞的 30%。皮质浅区与髓质之间是皮质深区（副皮质区），为 T 细胞定居的部位，称胸腺依赖区，T 细胞约占淋巴结内淋巴细胞的 70%。

淋巴结是 T 细胞和 B 细胞居留的场所，也是接受抗原刺激、淋巴细胞增殖分化、产生免疫效应的场所。淋巴结还有过滤作用。当抗原等异物进入淋巴结时，可被淋巴结内的巨噬细胞和抗体清除，避免进入血液引起败血症。淋巴结的输出淋巴管经胸导管进入血流，

血流中的淋巴细胞再经皮质深区毛细血管后的小静脉穿出，回到淋巴结。

(2) 脾脏 是体内最大的淋巴器官。内有大量的淋巴细胞，T 细胞约占 40%，B 细胞约占 60%。脾内分为白髓和红髓两部分。白髓的周围是红髓，它分为髓索和髓窦。髓索和生发中心是 B 细胞的居留区，也有许多树突状细胞和巨噬细胞等。髓索围成无数髓窦，窦内为循环的血液，侵入血中的病原体等异物可被髓索内的巨噬细胞和树突状细胞捕捉、吞噬加工提呈抗原，刺激 T 细胞及 B 细胞增殖分化，产生免疫应答。

脾脏是全身血液的一个重要滤器，可清除混入血液循环中的有害物质以及发生突变和衰老死亡的自身细胞。脾脏是合成免疫活性物质和抗体的重要场所。

(3) 其他淋巴组织 除淋巴结和脾脏外，体内还有一些散在的淋巴组织，如扁桃体、阑尾、肠集合淋巴结、黏膜下淋巴小结等，它们在免疫防御中发挥重要的作用。

第二节 免疫细胞

参与免疫应答的细胞，都可列为免疫细胞。主要指 T 细胞、B 细胞、NK 细胞、各类抗原提呈细胞及多种炎症细胞。

一、T 细胞与 B 细胞

T 细胞和 B 细胞在抗原诱导下可以活化、增殖和分化，从而表现出免疫活性，故称为免疫活性细胞或称抗原特异性淋巴细胞。

1. 分布

成熟的 T 细胞和 B 细胞虽有各自分布的区域，但也可进入血液及淋巴液中反复循环，以明显扩大其接触抗原的机会或发挥免疫应答效应，这个过程称为淋巴细胞再循环。即淋巴细胞在血液、淋巴液及淋巴组织中周而复始的循环过程。

正常人外周血中 T 细胞约占淋巴细胞总数的 65%~80%，B 细胞较少，占 8%~15%。

2. 细胞特征

在光镜下难以从形态特点上区别 T 细胞和 B 细胞，但这两种细胞的膜表面分别有特征性的抗原识别受体 TCR 和 BCR。细胞的表面标志是指存在于细胞膜表面的特征性结构或分子。主要的标志是指表面抗原和表面受体。

(1) 分化抗原 淋巴细胞在分化过程中产生的抗原，称为分化抗原，以分化群 (CD) 命名。在 T 细胞和 B 细胞个体的不同发育阶段，其表达也不完全相同。

(2) 抗原受体 能与抗原特异性结合的受体。抗原受体是识别和捕捉抗原的结构。B 细胞的抗原受体 (BCR) 又叫表面膜免疫球蛋白 (SmIg)。T 细胞的抗原受体 (TCR) 由 $\alpha\beta$ 或 $\gamma\delta$ 异二聚体构成。免疫活性细胞对抗原的识别具有高度特异性。

(3) 绵羊红细胞受体 人类 T 细胞表面具有绵羊 RBC 受体，能与 SRBC 相结合形成 E 花环。E 花环试验用于检测人外周血 T 细胞的数量，用来判断 T 细胞的免疫功能，正常值为 60%~70%。

(4) 补体受体 B 细胞表面具有与补体结合的受体，主要为 C_3b 受体。

(5) Fc 受体 Fc 受体是细胞表面能与免疫球蛋白 Fc 段相结合的部位。B 细胞具有 IgG Fc 受体，部分 T 细胞也有此受体。