

全国高等职业教育护理专业配套教材

病原生物学与免疫学

学习指南与习题集

■ 陆予云 汪晓静 主编



北京大学医学出版社

全国高等职业教育护理专业配套教材

病原生物学与免疫学 学习指南与习题集

主 编 陆予云 汪晓静

副主编 孙庶强 李 睿 郝 燕

编 者 (按姓氏拼音排序)

曹美香 (黑龙江农垦职业学院)

梅 蕾 (黑龙江农垦职业学院)

郝 燕 (山西医科大学汾阳学院)

孙庶强 (黑龙江农垦职业学院)

李福玲 (黑龙江农垦职业学院)

万巧凤 (宁夏医科大学高职学院)

李 睿 (菏泽医学专科学校)

汪晓静 (山东医学高等专科学校)

李旭文 (广东省从化市中医医院)

魏桂芬 (广州医学院从化学院)

陆予云 (广州医学院从化学院)

杨冬华 (宁夏师范学院医学院)

北京大学医学出版社

BINGYUAN SHENGWUXUE YU MIANYIXUE XUEXI ZHINAN YU XITIJI

图书在版编目 (CIP) 数据

病原生物学与免疫学学习指南与习题集 / 陆予云, 汪晓静主编.
—北京: 北京大学医学出版社, 2013.5
ISBN 978-7-5659-0573-5

I. ①病… II. ①陆…②汪… III. ①病原微生物—高等职业教育—习题集②免疫学—高等职业教育—习题集 IV. ①R37-44②R392-44
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 081532 号

病原生物学与免疫学学习指南与习题集

主 编: 陆予云 汪晓静

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京朝阳新艺印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 韩忠刚 张立峰 责任校对: 金彤文 责任印制: 苗 旺

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14 字数: 352 千字

版 次: 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-0573-5

定 价: 29.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

目 录

第一章 绪论	1	三、机体因素	17
重点与难点解析	1	第三节 抗原的特异性和交叉反应	17
第一节 免疫学概述	1	一、抗原的特异性	17
一、免疫的概念	1	二、共同抗原与交叉反应	18
二、免疫的功能	1	第四节 抗原的分类	18
三、免疫的类型	1	一、根据抗原与机体的亲缘关系	
第二节 病原生物学概述	2	分类	18
一、医学微生物学	2	二、根据抗原激活 B 细胞是否需要	
二、人体寄生虫学	2	T 细胞协助分类	18
习题	2	三、根据抗原来源分类	18
参考答案	4	四、抗原的其他分类方法	18
第二章 免疫系统	6	第五节 医学上重要的抗原物质	19
重点与难点解析	6	一、异种抗原	19
第一节 免疫器官	6	二、同种异体抗原	19
一、中枢免疫器官	6	三、自身抗原	19
二、外周免疫器官	6	四、异嗜性抗原	19
第二节 免疫细胞	6	习题	20
一、淋巴细胞	6	参考答案	21
二、抗原呈递细胞	8	第四章 免疫应答	22
三、其他免疫细胞	8	重点与难点解析	22
第三节 免疫分子	8	第一节 概述	22
一、免疫球蛋白	8	一、免疫应答的概念	22
二、补体	10	二、免疫应答的类型	22
三、人类主要组织相容性复合体	10	三、免疫应答的基本过程	22
四、细胞因子	11	四、免疫应答的主要特点	23
习题	12	第二节 T 细胞介导的细胞免疫	
参考答案	15	应答	23
第三章 抗原	16	一、T 细胞对抗原的识别	23
重点与难点解析	16	二、T 细胞的活化、增殖和分化	23
第一节 抗原的概念和基本特性	16	三、细胞免疫的生物学效应	23
一、抗原的概念	16	第三节 B 细胞介导的体液免疫	
二、抗原的特性	16	应答	24
第二节 决定抗原免疫原性的条件	16	一、B 细胞对 TD - Ag 的免疫	
一、异物性	16	应答	24
二、物质的理化性质	17	二、B 细胞对 TI - Ag 的免疫	

应答·····	24	第一节 免疫学预防·····	52
三、抗体产生的一般规律·····	24	一、人工主动免疫·····	52
第四节 免疫耐受·····	25	二、人工被动免疫·····	53
一、免疫耐受的概念、类型·····	25	第二节 免疫学治疗·····	53
二、免疫耐受的临床意义·····	25	一、免疫细胞治疗·····	53
习题·····	25	二、细胞因子治疗·····	54
参考答案·····	31	三、免疫因子治疗·····	54
第五章 超敏反应·····	32	四、免疫增强剂和免疫抑制剂·····	54
重点与难点解析·····	32	第三节 免疫学诊断·····	54
一、超敏反应的概念和类型·····	32	一、抗原或抗体的检测·····	54
二、I型超敏反应·····	32	二、免疫细胞功能的检测·····	54
三、II型超敏反应·····	33	习题·····	55
四、III型超敏反应·····	34	参考答案·····	60
五、IV型超敏反应·····	35	第九章 细菌学概论·····	61
六、超敏反应的防治原则·····	35	重点与难点解析·····	61
习题·····	37	第一节 细菌的生物学性状·····	61
参考答案·····	42	一、细菌的大小与基本形态·····	61
第六章 免疫缺陷病·····	43	二、细菌的基本结构·····	61
重点与难点解析·····	43	三、细菌的特殊结构·····	63
第一节 免疫缺陷病的概念与特点·····	43	四、细菌的生理·····	63
第二节 免疫缺陷病的种类·····	43	五、细菌的遗传与变异·····	65
第三节 防治原则·····	43	第二节 细菌的分布与消毒灭菌·····	65
习题·····	44	一、细菌的分布·····	65
参考答案·····	45	二、消毒与灭菌·····	66
第七章 自身免疫病·····	47	第三节 细菌的感染与免疫·····	69
重点与难点解析·····	47	一、细菌的致病性·····	69
第一节 自身免疫病的概念与特点·····	47	二、机体的抗菌免疫·····	70
第二节 自身免疫病的发病机制与		三、感染的来源与类型·····	71
分类·····	47	四、医院感染及预防·····	72
一、自身免疫病的发病机制·····	47	习题·····	73
二、自身免疫病的分类·····	48	参考答案·····	78
第三节 防治原则·····	48	第十章 常见对人类致病病原菌·····	80
一、预防和控制微生物感染·····	48	重点与难点解析·····	80
二、应用免疫抑制剂·····	49	第一节 呼吸道感染细菌·····	80
三、对症治疗·····	49	一、结核分枝杆菌·····	80
四、口服自身抗原·····	49	二、脑膜炎奈瑟菌·····	81
习题·····	49	三、白喉棒状杆菌·····	82
参考答案·····	51	四、其他呼吸道感染细菌·····	82
第八章 免疫学应用·····	52	习题·····	84
重点与难点解析·····	52	参考答案·····	98

第二节 消化道感染细菌·····	99	一、病毒的形态结构与化学组成···	142
一、埃希菌属·····	99	二、病毒的增殖·····	143
二、沙门菌属·····	100	三、病毒的异常增殖·····	143
三、志贺菌属·····	101	四、病毒的干扰现象·····	143
四、弧菌属·····	102	五、理化因素对病毒的影响·····	143
五、其他消化道感染细菌·····	103	第二节 病毒的传染与免疫·····	144
习题·····	104	一、病毒感染的途径与方式·····	144
参考答案·····	117	二、病毒感染的类型·····	144
第三节 创伤感染细菌·····	118	三、病毒的致病机制·····	145
一、葡萄球菌属·····	118	四、抗病毒免疫·····	145
二、链球菌属·····	118	第三节 病毒感染的检查方法与防治	
三、厌氧芽胞梭菌属·····	119	原则·····	146
四、无芽胞厌氧菌·····	121	一、病毒感染的检查方法·····	146
五、铜绿假单胞菌·····	121	二、病毒感染的预防原则·····	147
习题·····	122	习题·····	147
参考答案·····	127	参考答案·····	149
第四节 引起食物中毒细菌·····	127	第十二章 常见的致病性病毒·····	151
一、副溶血性弧菌·····	127	重点与难点解析·····	151
二、肉毒梭菌·····	128	第一节 呼吸道感染病毒·····	151
习题·····	129	一、流行性感冒病毒·····	151
参考答案·····	131	二、冠状病毒·····	152
第五节 性传播细菌·····	131	三、麻疹病毒·····	153
淋病奈瑟菌·····	131	四、其他呼吸道感染病毒·····	154
习题·····	132	第二节 消化道感染病毒·····	154
参考答案·····	134	脊髓灰质炎病毒·····	154
第六节 动物源性病原菌·····	134	第三节 肝炎病毒·····	155
一、炭疽芽胞杆菌·····	134	一、甲型肝炎病毒·····	155
二、鼠疫耶尔森菌·····	135	二、乙型肝炎病毒·····	156
三、布鲁菌属·····	136	三、其他肝炎病毒·····	160
习题·····	137	第四节 虫媒传播病毒·····	160
参考答案·····	139	一、流行性乙型脑炎病毒·····	160
第七节 细菌感染的检查方法与		二、登革病毒·····	161
防治原则·····	139	三、流行性出血热病毒·····	162
一、检查方法·····	139	第五节 逆转录病毒·····	162
二、防治原则·····	139	一、人类免疫缺陷病毒·····	162
习题·····	140	二、人类嗜T细胞病毒·····	163
参考答案·····	141	第六节 疱疹病毒·····	163
第十一章 病毒学概述·····	142	第七节 其他病毒·····	164
重点与难点解析·····	142	狂犬病病毒·····	164
第一节 病毒的基本性状·····	142	习题·····	165

参考答案	172	一、华支睾吸虫(肝吸虫)	191
第十三章 其他微生物	173	二、卫氏并殖吸虫(肺吸虫)	192
重点与难点解析	173	三、日本裂体吸虫(血吸虫)	192
一、支原体	173	四、布氏姜片吸虫(姜片虫)	193
二、立克次体	173	习题	194
三、衣原体	174	参考答案	196
四、螺旋体	174	第四节 绦虫纲	197
五、真菌	175	一、链状带绦虫(猪带绦虫)	197
六、放线菌	176	二、肥胖带绦虫(牛带绦虫)	198
习题	176	三、细粒棘球绦虫	198
参考答案	179	习题	199
第十四章 人体寄生虫学概述	181	参考答案	200
重点与难点解析	181	第五节 医学原虫	201
一、概念	181	一、形态	201
二、寄生虫对人体的损害以及人体 对寄生虫的免疫特点	181	二、生理	201
三、寄生虫病流行的特点、环节 与防治原则	181	三、生活史类型	201
四、寄生虫病的实验诊断	182	四、致病特点	201
习题	182	五、分类	201
参考答案	183	第六节 根足虫纲	201
第十五章 常见人体寄生虫	185	溶组织内阿米巴	201
重点与难点解析	185	第七节 鞭毛虫纲	202
第一节 医学蠕虫	185	一、阴道毛滴虫	202
习题	185	二、蓝氏贾第鞭毛虫	203
参考答案	185	习题	204
第二节 线虫纲	186	参考答案	206
一、似蚓蛔线虫(蛔虫)	186	第八节 孢子虫纲	206
二、蠕形住肠线虫(蛲虫)	186	一、疟原虫	206
三、十二指肠钩口线虫和美洲 板口线虫(钩虫)	186	二、刚地弓形虫	207
四、班氏吴策线虫和马来布鲁 线虫(丝虫)	187	习题	208
五、旋毛形线虫(旋毛虫)	187	参考答案	210
六、毛首鞭形线虫(鞭虫)	188	第九节 医学节肢动物	211
习题	188	一、概念	211
参考答案	191	二、医学节肢动物的发育	211
第三节 吸虫纲	191	三、医学节肢动物对人体的危害	211
		四、医学节肢动物防制	211
		五、重要医学节肢动物	212
		习题	212
		参考答案	213

第一章 绪论

重点与难点解析

第一节 免疫学概述

一、免疫的概念

免疫是机体免疫系统识别“自己”与“非己”的抗原性异物，并通过免疫应答排除抗原性异物，以维持机体生理功能平衡与稳定。

医学免疫学是研究人体免疫系统的结构，阐述免疫系统识别并清除抗原性异物的功能，及探讨免疫功能异常所致免疫相关疾病机制的科学。

二、免疫的功能

1. 免疫防御 指机体抵御外界病原生物（如细菌、病毒、寄生虫等）的侵入或清除已入侵的病原生物及其产物，以保护机体免受损害的功能。该功能如低下或缺陷，则可导致免疫缺陷病；如反应过于强烈，则会造成自身组织损伤，引起超敏反应。

2. 免疫稳定 指机体能识别和清除自身衰老、死亡细胞，防止自身免疫病发生的能力。免疫系统对自身组织细胞不产生免疫应答，称为免疫耐受。一旦免疫耐受被打破，也会导致自身免疫病的发生。

3. 免疫监视 指机体能及时发现、杀伤与清除体内异常突变细胞，防止其发展为肿瘤的能力。若该功能低下，宿主易患肿瘤和持续性病毒感染。

表 1-1 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	抵抗病原生物入侵	过高：超敏反应；过低：免疫缺陷
免疫稳定	清除衰老、死亡细胞	自身免疫病
免疫监视	清除突变细胞	恶性肿瘤

三、免疫的类型

1. 固有免疫 又称非特异性免疫或先天性免疫。是人类在长期的种系发生和进化过程中与微生物接触，逐渐建立起来的防御功能。特点：①生来就有，可以遗传，相对稳定；②无特异性，对各种抗原异物可迅速应答，产生非特异性的抗感染免疫作用。

2. 适应性免疫 又称特异性免疫或获得性免疫。是指人出生后，在后天生活过程中与

病原微生物及其代谢产物等抗原性物质接触后产生的免疫。特点：①是机体后天生活过程中受抗原物质刺激而产生的。②作用特异性，即只对刺激产生该免疫的抗原物质发生作用。

第二节 病原生物学概述

一、医学微生物学

(一) 微生物的概念

微生物是一群个体微小、结构简单，肉眼不能直接见到，必须借助光学或电子显微镜放大几百倍、几千倍甚至几万倍才能看到的微小生物。微生物具有种类多、分布广、繁殖快的特点，分为三型八大类。

(二) 微生物的分类

1. 原核细胞型微生物 细菌、支原体、衣原体、放线菌、立克次体和螺旋体。
2. 真核细胞型微生物 真菌。
3. 非细胞型微生物 病毒为其代表，另外，没有核酸只有蛋白质的朊粒也归为此类。

二、人体寄生虫学

(一) 人体寄生虫学的概念

人体寄生虫学是研究人体寄生虫的形态、结构、生长繁殖规律、致病机制、实验诊断、流行规律和防治原则的科学。

(二) 人体寄生虫的分类

1. 医学蠕虫 为多细胞无脊椎动物，体软，借助肌肉伸缩蠕动，具有独立和完整的生理功能。能寄生于人体的蠕虫有 160 多种，其中重要的有 20~30 种。
2. 医学原虫 为单细胞真核生物，具有独立和完整的生理功能。能寄生于人体的原虫有 40 余种，其中对人类致病的主要有溶组织内阿米巴、疟原虫、弓形虫和阴道毛滴虫等。
3. 医学节肢动物 躯体分节，左右对称，体壁由几丁质的外骨骼构成，有成对分节附肢。主要有蚊、蝇、虱、蚤、螨和蜱等。

习 题

(一) 名词解释

1. 免疫 2. 固有免疫 3. 适应性免疫 4. 微生物 5. 人体寄生虫学

(二) 选择题

A₁型题

1. 以下与固有免疫无关的是
A. 生来就有，可以遗传
B. 遗传性状相对不稳定
C. 无特异性
D. 对各种抗原异物可迅速应答
E. 产生非特异性的抗感染免疫作用

2. 细菌属于原核细胞型微生物的主要依据是

- A. 单细胞
- B. 仅有原始核，无核膜和核仁
- C. 二分裂方式增殖
- D. 对抗生素敏感
- E. 有细胞壁

3. 属于真核细胞型微生物的是
 - A. 细菌
 - B. 病毒
 - C. 螺旋体
 - D. 真菌
 - E. 放线菌
4. 非细胞型微生物是指
 - A. 衣原体
 - B. 立克次体
 - C. 病毒
 - D. 支原体
 - E. 放线菌
5. 免疫的概念是
 - A. 机体识别和清除病原微生物感染的功能
 - B. 机体识别和清除突变细胞的功能
 - C. 机体识别和清除损伤或衰老细胞的功能
 - D. 机体识别和排除抗原性异物的功能
 - E. 机体不患传染病的功能
6. 免疫防御功能有缺陷可表现为
 - A. 免疫缺陷病
 - B. 自身免疫病
 - C. 超敏反应
 - D. 免疫耐受性
 - E. 恶性肿瘤
7. 免疫防御功能过于强烈时可表现为
 - A. 自身免疫病
 - B. 超敏反应
 - C. 恶性肿瘤
 - D. 免疫缺陷病
 - E. 免疫耐受性
8. 免疫稳定功能紊乱可表现为
 - A. 免疫耐受性
 - B. 免疫缺陷病
 - C. 自身免疫病
 - D. 恶性肿瘤
 - E. 超敏反应
9. 免疫监视功能失调易发生
 - A. 免疫缺陷病
 - B. 免疫耐受性
 - C. 超敏反应
 - D. 恶性肿瘤
 - E. 自身免疫病

A₂型题

10. 患者, 男性, 75岁, 因慢性咳嗽、咳痰、痰中带血丝及胸痛2个月就诊。胸部X线摄片检查诊断为: 右下肺肿瘤; 痰液细胞学检查诊断为: 鳞状上皮细胞癌。从免疫学角度分析, 发病可能与以下何种功能降低有关?
 - A. 免疫防御
 - B. 免疫自稳
 - C. 免疫监视
 - D. 免疫应答
 - E. 免疫识别
11. 患者, 女性, 78岁, 因双侧手掌指关节活动障碍多年就诊。查体: 双侧手掌指关节活动受限, 手掌外观呈鹰爪状。X线摄片检查: 手指关节增粗变形。实验室检查: RF 1:1280。临床诊断为: 类风湿关节炎。请问以下与该病相关的是
 - A. 病毒持续感染
 - B. 肿瘤
 - C. 超敏反应
 - D. 自身免疫病
 - E. 免疫缺陷病
12. 患者, 男性, 15岁, 主诉乏力、水肿1周余, 3周前曾有咽痛病史。尿液检查: 红细胞(++)、白细胞0~5/HP、蛋白(+++), 管型(++)。血中循环免疫复合物测定强阳性。补体CH₅₀和C₃显著降低。诊断: 急性肾小球肾炎。请问急性肾小球肾炎发生与以下何者相关?
 - A. 病毒持续感染
 - B. 肿瘤

- C. 超敏反应
D. 自身免疫病
E. 免疫缺陷病
13. 患者, 男性, 16岁, 既往健康。因升学体检进行乙肝病毒“二对半”检查, 结果为 HBsAg (+)、HBsAb (-)、HBcAb (+)、HBeAg (+)、HBeAb (-), 肝功检查正常。其他检查无异常发现。根据机体免疫的功能, 导致该患者乙肝病毒感染的可能原因是
- A. 免疫监视功能过高
B. 免疫防御功能过低
C. 免疫稳定功能过高
D. 免疫稳定功能过低
E. 免疫监视功能过低
14. 患者, 男性, 30岁, 因感冒1周后咳嗽、咳痰、气喘就诊。胸部X线摄片检查诊断为上呼吸道感染。注射青霉素后即出现血压下降、呼吸困难等表现, 因抢救及时, 患者很快恢复正常。请问该患者最可能是因为注射青霉素引起的
- A. 自身免疫病
B. 超敏反应
C. 肿瘤
D. 免疫缺陷病
E. 移植排斥反应
15. 患者, 女性, 20岁, 低热、疲乏、双侧脸部出现对称性蝴蝶样斑块1月余。实验室检查: dsDNA、ssDNA结果阳性。临床诊断为: 系统性红斑狼疮。请问与疾病发生有关

- 的是
- A. 自身免疫病
B. 超敏反应
C. 肿瘤
D. 免疫缺陷病
E. 移植排斥反应

A₃/A₄型题

(16~17题共用题干)

患者, 男性, 41岁, 经常往返于非洲某些国家从事贸易业务, 有涉足“红灯区”史。两三个月前开始常出现感冒、低热、精神差、消化不良与慢性肠炎表现, 抵抗力明显降低并伴体重减轻, 且逐渐加重而就治疗。查体: 口腔黏膜白斑, 体表浅部多处淋巴结肿大, 胸部皮肤表面皮肤癌样病变, 经病理组织学检查诊断为: 皮肤癌。实验室检查: 抗-HIV初、确诊试验均为阳性。临床诊断: 艾滋病(AIDS)

16. 患者常出现感冒、口腔黏膜白斑和慢性肠炎与以下哪项相关?
- A. 自身免疫病
B. 超敏反应
C. 肿瘤
D. 免疫缺陷病
E. 移植排斥反应
17. 患者出现的胸部皮肤癌样病变与以下哪项相关?
- A. 自身免疫病
B. 超敏反应
C. 肿瘤
D. 免疫缺陷病
E. 移植排斥反应

参考答案

(一) 名词解释

1. 免疫 免疫是机体免疫系统识别“自己”与“非己”的抗原性异物, 并通过免疫应答排除抗原性异物, 以维持机体生理功能平衡与稳定。

2. 固有免疫 又称非特异性免疫或先天性免疫。是人类在长期的种系发生和进化过程中与微生物接触,逐渐建立起来的防御功能。特点:①生来就有,可以遗传,相对稳定;②无特异性,对各种抗原异物可迅速应答,产生非特异性的抗感染免疫作用。

3. 适应性免疫 又称特异性免疫或获得性免疫。是指人出生后,在后天生活过程中与病原微生物及其代谢产物等抗原性物质接触后产生的免疫。特点:①是机体后天生活过程中受抗原物质刺激而产生的;②作用特异性,即只对刺激产生该免疫的抗原物质发生作用。

4. 微生物 微生物是一群个体微小、结构简单,肉眼不能直接见到,必须借助光学或电子显微镜放大几百倍、几千倍甚至几万倍才能看到的微小生物。

5. 人体寄生虫学 是研究人体寄生虫的形态、结构、生长繁殖规律、致病机制、实验诊断、流行规律和防治原则的科学。

(二) 选择题

A₁型题: 1. B 2. B 3. D 4. C 5. D 6. A 7. B 8. C 9. D

A₂型题: 10. C 11. D 12. C 13. B 14. B 15. A

A₃/A₄型题: 16. D 17. C

(陆予云)

第二章 免疫系统

重点与难点解析

第一节 免疫器官

一、中枢免疫器官

中枢免疫器官是免疫细胞发生、分化、发育和成熟的主要场所，人和哺乳动物的中枢免疫器官包括骨髓和胸腺。

(一) 骨髓

骨髓是造血器官，是各种血细胞的发源地，也是人和哺乳动物 B 细胞发育成熟的器官。骨髓中多能造血干细胞分化为淋巴样干细胞，淋巴样干细胞经血液进入胸腺，最终分化发育为成熟的 T 细胞。

(二) 胸腺

胸腺是 T 细胞分化、发育、成熟的中枢免疫器官。来自骨髓的始祖 T 细胞。在胸腺基质细胞及其产生的胸腺激素和细胞因子作用下，能够分化、发育、成熟为具有免疫活性的 T 细胞。

二、外周免疫器官

(一) 淋巴结

淋巴结的主要功能有：①成熟 T 细胞和 B 细胞定居场所；②是发生体液免疫与细胞免疫应答的场所；③参与淋巴细胞再循环；④过滤淋巴液。

(二) 脾

脾的主要功能包括：①成熟 T 细胞和 B 细胞定居场所；②提供免疫应答的场所；③合成某些免疫效应物质（如补体、细胞因子等）；④过滤血液。

(三) 黏膜相关淋巴组织

黏膜相关淋巴组织在呼吸道、胃肠道及泌尿生殖道黏膜免疫防御中发挥重要作用。

第二节 免疫细胞

一、淋巴细胞

(一) T 淋巴细胞

T 淋巴细胞是在胸腺内分化成熟，简称 T 细胞。

1. T 细胞表面分子

(1) T 细胞抗原识别受体: T 细胞抗原识别受体是所有 T 细胞表面的特征性标志,也是特异性识别抗原的受体。

(2) 丝裂原受体: T 细胞表面具有植物血凝素受体、刀豆蛋白 A 等受体。

(3) 细胞因子受体: 静止和不同分化阶段的 T 细胞可表达多种细胞因子的受体,相应细胞因子与上述细胞因子受体结合后,可诱导或促进 T 细胞活化、增殖和分化。

(4) 主要组织相容性复合体抗原: 所有 T 细胞均表达 HLA - I 类分子,人类 T 细胞被激活后还可表达 HLA - II 类分子。

(5) 协同刺激分子: ①CD28 是协同刺激分子 B7 的受体, CD28 与 B7 结合产生的协同刺激信号在 T 细胞活化中发挥重要作用; ②CD40 配体 (CD40、CD154): 主要表达于活化 CD4⁺T 细胞表面,与抗原呈递细胞表面的 CD40 结合,传递细胞活化的第二信号,促进 T、B 细胞的活化,并诱导记忆性 B 细胞分化; ③CD2 分子: 又称绵羊红细胞受体,能与 LFA - 3 结合,促进 T 细胞对抗原的识别和共刺激信号,即 T 细胞活化第二信号的产生。

(6) CD4 和 CD8 分子: 成熟的 T 细胞一般只表达 CD4 或 CD8 分子,即 CD4⁺T 细胞或 CD8⁺T 细胞。CD4 和 CD8 分子的主要功能是辅助 TCR 识别抗原和参与 T 细胞活化信号的传导。

2. T 细胞亚群及功能

(1) CD4⁺Th 细胞: CD4⁺Th 细胞参与细胞免疫应答,并对 CD8⁺CTL 和 B 细胞的活化、增殖具有重要辅助作用。CD4⁺Th 细胞不能直接识别结合天然抗原分子,只能识别结合表达于 APC 表面的抗原肽 - HLA - II 类分子复合物,并通过不同的分化途径参与细胞和/或体液免疫应答。根据 CD4⁺Th 细胞分泌细胞因子种类和功能的不同,可将其分为 CD4⁺Th1 细胞、CD4⁺Th2 细胞和 CD4⁺Th3 细胞三个亚群。

(2) CD8⁺CTL 细胞: CD8⁺CTL 识别抗原受 HLA - I 类分子限制,即只能识别靶细胞表面 HLA - I 类分子呈递的抗原肽。

(3) T 细胞的功能: ①介导细胞免疫; ②促进吞噬细胞的吞噬; ③直接杀伤靶细胞; ④调节免疫应答。

(二) B 淋巴细胞

在外周血中, B 细胞占淋巴细胞总数的 10%~15%。根据分布、表面标志和功能特征,可将 B 细胞分为 B1 和 B2 细胞两个群体。

1. B 细胞表面分子

(1) B 细胞抗原识别受体 (BCR): 是表达于 B 细胞膜表面的免疫球蛋白 (SmIg), 是 B 细胞表面特异性识别抗原的受体,也是所有 B 细胞的特征性表面标志。

(2) 协同刺激分子: 是提供 B 细胞活化第二信号的辅助分子,包括 CD40、CD80 和 CD86 分子等。①CD40 是 B 细胞表面最重要的共刺激分子, B 细胞通过 CD40 与活化 CD4⁺Th 细胞表面相应协同刺激分子 CD40L (CD154) 结合,可产生协同刺激信号,即 B 细胞活化第二信号; ②CD80 和 CD86 在静息 B 细胞不表达或低表达,在活化 B 细胞表达增强,其相应受体是表达于 T 细胞上的 CD28 和 CTLA - 4,提供 T 细胞活化的第二信号。

B 细胞表面还表达 IgGFc 受体 II、丝裂原受体、细胞因子受体、补体受体、主要组织相容性复合体抗原等。

2. B 细胞的主要功能 ①主要介导体液免疫; ②呈递抗原,同时发挥免疫调节作用。

（三）NK 细胞

NK 细胞（自然杀伤细胞）来源于骨髓淋巴样干细胞，主要分布于外周血和脾。NK 细胞无需抗原预先致敏，可通过释放穿孔素、颗粒酶，表达 FasL 和分泌 TNF- α 产生杀伤效应直接杀伤某些肿瘤和病毒感染的靶细胞，因此在机体抗肿瘤和早期抗病毒或胞内寄生菌感染的免疫过程中起重要作用。NK 细胞表面表达 IgGFc 受体（Fc γ RIII），非特异定向识别杀伤与 IgG 抗体特异性结合的靶细胞。此种以 IgG 抗体作为中间桥梁，定向介导 NK 细胞对靶细胞的杀伤作用，称为抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用（ADCC）。此外，NK 细胞活化后，还可通过分泌 IFN- γ 、IL-2 和 TNF 等细胞因子，增强机体抗感染效应并参与免疫调节。

二、抗原呈递细胞

抗原呈递细胞（APC）是指能够摄取、加工、处理抗原并将抗原信息呈递给抗原特异性淋巴细胞的一类免疫细胞。专职 APC 主要包括单核-巨噬细胞、树突状细胞（DC）和 B 细胞。

（一）单核-巨噬细胞

单核-巨噬细胞包括血液中的单核细胞和组织器官中的巨噬细胞。

1. 表面分子 单核-巨噬细胞能表达 HLA-I 类分子、HLA-II 类分子、协同刺激分子及多种受体。这些表面标志不仅参与细胞黏附及对颗粒抗原的摄取、呈递，也介导相应配体的跨膜信号传导，促进细胞活化和游走。

2. 功能 单核-巨噬细胞的功能包括：①吞噬杀伤作用，可吞噬与杀伤多种病原微生物以及清除体内衰老、损伤、癌变的细胞；②呈递抗原作用；③可分泌多种细胞因子，参与免疫调节。

（二）树突状细胞

树突状细胞（DC）是体内功能最强的抗原呈递细胞。广泛分布于脑以外的全身组织和脏器，但数量较少，仅占人体外周血单个核细胞的 1%。

1. 来源和分布 所有类型的树突状细胞均来源于造血干细胞，根据来源可将 DC 分为两类：来源于髓样干细胞的髓系树突状细胞和来源于淋巴样干细胞的淋巴系树突状细胞。

2. 功能 树突状细胞是专职抗原呈递细胞，其主要功能是：①摄取、加工处理和呈递抗原；②可通过分泌多种细胞因子，参与调节免疫细胞的活化、分化、发育等；③免疫耐受的维持与诱导。

三、其他免疫细胞

除淋巴细胞和抗原呈递细胞外，血液中的中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞，组织中的肥大细胞也参与免疫应答与炎症反应；红细胞具有免疫黏附作用，可增强吞噬细胞对病原微生物的吞噬。

第三节 免疫分子

一、免疫球蛋白

（一）免疫球蛋白与抗体的概念

抗体是指机体免疫系统受到抗原刺激后，B 细胞被活化、增殖、分化为浆细胞，浆细胞

合成和分泌能与相应抗原发生特异性结合的球蛋白。

免疫球蛋白是指具有抗体活性或化学结构与抗体相似的球蛋白。抗体都是免疫球蛋白，但免疫球蛋白并不都具有抗体活性。

(二) 免疫球蛋白的结构

免疫球蛋白的基本结构是由两条相同的重链 (heavy chain, H 链) 和两条相同的轻链 (light chain, L 链) 通过二硫键连接形成的呈“Y”字型的四肽链分子。

1. L 链与 H 链 L 链由 214 个氨基酸残基组成, L 链有两型: κ 与 λ 。正常人血清中的 $\kappa : \lambda$ 约为 2 : 1。H 链由 450~550 个氨基酸残基组成, 根据 H 链恒定区氨基酸的差异, 可将重链分为 5 类: μ 链、 γ 链、 α 链、 δ 链和 ξ 链, 据此将免疫球蛋白分为 5 类, 即 IgM、IgG、IgA、IgD 和 IgE。

2. 可变区和恒定区 在免疫球蛋白氨基端 (N 端), L 链的 1/2 与 H 链的 1/4 区段的氨基酸的组成和排列顺序变化很大, 称为可变区 (V 区); 在其羧基端 (C 端), L 链的 1/2 和 H 链的 3/4 区段的氨基酸序列则相对稳定, 称为恒定区 (C 区)。

3. 免疫球蛋白的功能区

(1) 可变区: H 链和 L 链的 V 区分别称为 VH 和 VL, 是 Ig 与抗原的结合部位。一个单体免疫球蛋白分子有两个抗原的结合位点, 故将单体抗体分子称为 2 价抗体。

(2) 恒定区: H 链和 L 链的 C 区分别称为 CH 和 CL。CL 和 CH 上具有 Ig 部分同种异型遗传标记; IgG 的 CH2 和 IgM 的 CH3 具有补体结合位点; IgG 的 CH2 与其通过胎盘有关; IgG 的 CH3 有与多种细胞表面 IgGFc 受体结合的功能; IgE 的 CH4 与肥大细胞和嗜碱性粒细胞表面 IgEFc 受体结合的功能。

4. 连接链 (J 链) J 链是由浆细胞合成的酸性糖蛋白, 是连接两个或两个以上免疫球蛋白单体的成分。分泌片 (SP) 是由黏膜上皮细胞合成与分泌的多肽, 可保护 SIgA 免受环境中蛋白酶的消化作用。

5. 免疫球蛋白的水解片段 用木瓜蛋白酶水解 IgG, 获得 2 个相同的抗原结合片段 (Fab) 和 1 个可结晶片段 (Fc)。用胃蛋白酶水解 IgG, 获得一个 F(ab')₂ 段和若干小分子多肽碎片 pFc'。

(三) 抗体的生物学活性

1. 特异性结合抗原 抗体与抗原结合的特异性是由免疫球蛋白 V 区氨基酸组成与空间构型所决定。抗原抗体结合后, 引起免疫球蛋白的 Fc 段变构, 从而产生其他的生物学活性。

2. 激活补体 当抗体 (IgG1~IgG3 和 IgM) 与相应抗原特异性结合后, 抗体发生变构, CH 区上补体结合位点暴露, 补体成分 C1q 与之结合, 从而启动补体经典途径活化。聚合的 IgA 和 IgG4 可通过旁路途径激活补体系统。

3. 结合细胞表面的 Fc 受体 抗体可结合多种细胞表面的 Fc 受体, 包括:

(1) 调理作用: 抗体的调理作用主要是通过 IgG (IgG1 和 IgG3) 的 Fc 段与中性粒细胞、巨噬细胞表面的 IgGFcR 结合, 从而增强其吞噬作用的。

(2) 抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用: 表达 FcR 的杀伤细胞可通过 IgFc 段相互作用, 定向杀伤结合有抗体的靶细胞, 称为抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用 (ADCC)。具有 ADCC 活性的杀伤细胞包括 NK 细胞、单核细胞、巨噬细胞和中性粒细胞等。

(3) 介导 I 型超敏反应: 变应原刺激机体产生的 IgE, 其 Fc 段可与肥大细胞和嗜碱性粒细胞表面的高亲和力 IgEFcR 结合, 使之致敏。当相同变应原再次进入机体时, 可使致敏

细胞脱颗粒，释放和合成活性介质，引起 I 型超敏反应。

(4) 通过胎盘和黏膜：母体中的 IgG 通过胎盘转移给胎儿是一种重要的自然被动免疫，对于新生儿抗感染具有重要意义。分泌型 IgA 可通过消化道和呼吸道黏膜，是机体黏膜局部免疫的主要因素。

二、补体

(一) 补体系统的概念

补体是存在于人和脊椎动物血清与组织液中一组具有酶活性的蛋白质，包括 30 余种可溶性蛋白和膜结合蛋白，故也称之为补体系统。

(二) 补体系统的激活

1. 经典激活途径 由 IgM 和某些 IgG 亚类 (IgG1、IgG2、IgG3) 与抗原结合形成的免疫复合物 (IC) 结合 C1q，依次活化 C1r、C1s、C4、C2、C3，形成 C3 转化酶 (C_{4b2b})、C5 转化酶 (C_{4b2b3b}) 以及膜攻击复合物 (MAC) 的过程。

2. 旁路激活途径 细菌的细胞壁成分 (脂多糖、肽聚糖、磷壁酸)、酵母多糖、凝聚的 IgA 和 IgG4 等物质是旁路激活途径的主要激活物，直接激活 C3，然后完成 C5~C9 的激活过程。

3. MBL 途径 在病原微生物感染早期，肝细胞合成分泌的甘露聚糖结合凝集素 (MBL) 可与某些细菌表面的甘露糖残基结合，然后与丝氨酸蛋白酶结合，形成 MBL 相关的丝氨酸蛋白酶 (MASP-1、MASP-2)。MASP 具有与活化的 C1q 相同的生物学活性，可分解 C4 和 C2，形成 C3 转化酶，其后的反应过程与经典激活途径相同。

(三) 补体系统的生物学作用

1. 溶菌溶细胞作用 补体裂解外源微生物是宿主抗感染的重要机制之一，溶血反应就是典型的补体溶细胞作用。

2. 调理作用 介导吞噬细胞对靶细胞或免疫复合物的吞噬。

3. 炎症介质作用。

4. 清除免疫复合物。

5. 免疫调节作用。

三、人类主要组织相容性复合体

(一) 主要组织相容性复合体的概念

引起移植排斥反应的同种异型抗原称为组织相容性抗原，引起强烈而迅速排斥反应的抗原系统称为主要组织相容性抗原系统，编码主要组织相容性抗原的基因称为主要组织相容性复合体 (MHC)，由其编码的产物简称 MHC 分子。人类的 MHC 称为人类白细胞抗原 (HLA) 复合体，其编码产物称为 HLA 分子或 HLA 抗原。

(二) 主要组织相容性复合体的结构

人类 HLA 复合体位于第 6 号染色体短臂上，这些基因按其产物的结构、功能、分布及抗原性不同可分为三大类：HLA-I 类基因区、HLA-II 类基因区、HLA-III 类基因区。

(三) HLA 分子的生物学功能

1. 抗原呈递作用。

2. 引起移植排斥反应。