

卫生部规划教材

全国中等卫生学校教材

供医学检验、卫生检验专业用

免疫学及检验技术

第一版

主编 田桂林



6.6

河北教育出版社

38
R446.5
4
2

全国中等卫生学校教材
供医学检验、卫生检验专业用
免疫学及检验技术
第一版

主编 田桂林

编者 (按姓氏笔画为序)

田桂林 郭积燕 蓝莹

鲜尽红

XAP7527



3 0147 0385 8

河北教育出版社



C

444192

(冀)新登字 006 号

全国中等卫生学校教材
供医学检验、卫生检验专业用
免疫学及检验技术
第一版
主编 田桂林

河北教育出版社出版(石家庄市城乡街 44 号)
沧州市人民印刷厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092 毫米 1/16 9 印张 200,000 字 1997 年 6 月第 1 版
1997 年 6 月第 1 次印刷 印数:000001—9900 定价:6.75 元

ISBN 7-5434-2796-6/G·2232

(如发现印装质量问题,请寄回我厂调换)

第三轮中等医学教材出版说明

卫生部曾于1983年组织编写、陆续出版全国中等卫生学校11个专业使用的77种教材。1992年又组织小修订,出版第二轮教材。为我国的中等医学教育做出了积极贡献。

为适应中等医学教育改革形势的需要和医学模式的转变,1993年11月,卫生部审定、颁发了全国中等卫生学校新的教学计划及教学大纲。在卫生部科教司领导下,我们组织编写(修订)出版第三轮全国中等医学12个专业96种规划教材,供各地教学使用。

这轮教材以培养中级实用型卫技人才为目标,以新的教学计划及大纲为依据,体现“思想性、科学性、先进性、启发性、适用性”,强调“基本理论知识、基本实践技能、基本态度方法”。教材所用的医学名词、药物、检验项目、计量单位,注意规范化,符合国家要求。

编写教材仍实行主编负责制;编审委员会在教材编审及组织管理中,起参谋、助手、纽带作用;部分初版教材和新任主编,请主审协助质量把关。第三轮中等医学教材由人民卫生、河北教育、山东科技、江苏科技、浙江科技、安徽科技、广东科技、四川科技和陕西科技九家出版社出版。

希望各校师生在使用规划教材的过程中,提出宝贵意见,以便教材质量能不断提高。

卫生部教材办公室

1995年10月

全国中等医学教材编审委员会

主任委员:姜寿葆

副主任委员:陈咨夔

殷冬生

委员:(以姓氏笔画为序)

马惠玲 王同明 方茵英 王德尚 延民 那功伟

朱国光 吕树森 李绍华 李振宗 李振林 陈心铭

吴忠礼 杨华章 洪启中 洪思劬 郭常安 张冠玉

张审恭 殷善堂 董品泸 谭筱芳

前 言

《免疫学及检验技术》在1994年3月部颁新教学计划及教学大纲中,被规定为我国中专医学检验专业和卫生检验专业新设置的专业课。本书即是为此而编的第一版规划教材。

免疫学及免疫学检验技术的迅猛发展、成果丰硕、应用日广,这些都是对本教材的客观要求。但培养目标、专业需要以及教学时数,又对本教材有某些制约。为了能在认识上和教材内容上使上述矛盾得到较好统一,编写组通过反复学习和调查研究,取得了如下的共识:要把本门课的教材建设和当前我国中等医学教育的改革发展协调一致起来,注意从培养目标和专业需要方面具体认识并把握好“实用型人才”的要求。教材要“以新教学计划和大纲为依据”,力求在思想性、科学性、先进性、启发性、适用性方面有一定体现,并使其“适用于我国经过办学水平评估,定为合格和基本合格的卫生学校”。

现将本教材对新大纲要求的些微调整以及与原第二版《微生物学及检验技术》教材的某些不同简介于后。

1. 免疫学基础部分:基本上与新大纲的要求相一致。其中的MHC、Ig的血清型、免疫调节、免疫耐受等,虽都超出原第二版内容,但比新大纲要求略有压缩。

2. 免疫学检验部分:①由于很多试验在方法类型与应用上有交叉情况,为避免类同,举一反三,只阐述典型实例。例如试管凝集只介绍肥达试验,删去布鲁菌凝集。单向免疫扩散只选Ig(或C₃)含量检测,删去C_{1q}、C₄或B因子含量检测。②较原第二版教材增加了荧光免疫法检测T细胞亚群、PEG沉淀比浊法测CIC等试验。③删减了大纲提出的豚鼠过敏试验、溶血空斑试验。④概要介绍了放射免疫测定、细胞因子检测。至于双向免疫扩散和对流免疫电泳等,我们参考大纲要求安排为实验内容,只作方法学介绍。

3. 其他:考虑到本课已是一门独立学科,结合专业需要,增加了“临床免疫学检验的简介”一章,供参考选用。

值此全书即将完稿之际,我们要感谢一些地区,特别是编者所在的京、沪、渝地区有关专家、兄弟学校同行以及医疗卫生单位检验科的支持与帮助。此外,书稿中汉译名词及少量图表是转引(或经整理)自陶义训、杨廷彬、郑武飞等教授所主编的高校教材,对此我们表示由衷的谢意。

尽管得到了以上种种支持与帮助,但限于我们自身的水平和能力,肯定有疏漏甚至错误之处。为了本教材质量的改善与提高,欢迎同行和读者及时给予批评、指正。

编 者

1996年4月

目 录

第一篇 免疫学基础

第一章 绪 论	(1)	四、医学上重要的抗原物质	(14)
一、免疫的概念	(1)	(一)病原微生物	(14)
二、免疫学的发展	(1)	(二)细菌的外毒素与类毒素	(14)
(一)免疫学的开创阶段	(2)	(三)异种动物血清	(14)
(二)免疫学的兴起阶段	(2)	(四)嗜异性抗原	(14)
(三)免疫学的飞跃阶段	(2)	(五)同种异型抗原(含 MHC 概念)	(15)
三、免疫学检验的应用	(3)	(六)自身抗原	(16)
第二章 免疫系统	(5)	(七)肿瘤抗原	(16)
一、免疫器官	(5)	五、免疫佐剂	(16)
(一)中枢免疫器官	(5)	第四章 免疫球蛋白	(18)
(二)外周免疫器官	(5)	一、免疫球蛋白的分子结构	(18)
二、免疫细胞	(6)	(一)免疫球蛋白的基本结构	(18)
(一)T 细胞和 B 细胞	(6)	(二)免疫球蛋白的功能区	(19)
(二)其他淋巴细胞	(8)	(三)免疫球蛋白的水解片段	(19)
(三)单核吞噬细胞及其他辅助细胞	(9)	二、免疫球蛋白的生物学活性	(19)
(四)粒细胞	(9)	(一)结合特异性抗原	(20)
三、细胞因子	(9)	(二)激活补体	(20)
第三章 抗 原	(11)	(三)结合细胞	(20)
一、抗原的概念	(11)	(四)通过胎盘和黏膜	(20)
二、抗原的性质	(11)	(五)结合葡萄球菌 A 蛋白	(20)
(一)异物性	(11)	三、各类免疫球蛋白的特性与功能	(20)
(二)化学性	(12)	(一)IgG	(20)
(三)特异性	(12)	(二)IgA	(21)
三、抗原的分类	(13)	(三)IgM	(21)
(一)根据抗原性能分类	(13)	(四)IgD	(22)
(二)根据需否 T 细胞的辅助分类	(13)		
(三)根据抗原与机体的亲缘关系分类	(14)		

(五)IgE	(22)	免疫效应	(34)
四、免疫球蛋白的血清型.....	(22)	(二)细胞免疫的特点及作用	
(一)同种型	(23)	(35)
(二)同种异型	(23)	五、免疫调节.....	(35)
(三)独特型	(23)	(一)细胞水平的调节	(36)
五、单克隆抗体.....	(24)	(二)分子水平的调节	(36)
(一)制备	(24)	(三)基因水平的调节	(36)
(二)特点	(24)	六、免疫耐受.....	(37)
(三)应用	(24)	(一)概 念	(37)
六、免疫球蛋白的异常.....	(24)	(二)免疫耐受现象	(37)
(一)多克隆高免疫球蛋白血症		(三)诱导免疫耐受的条件	(37)
.....	(25)	(四)了解免疫耐受的意义	(37)
(二)单克隆免疫球蛋白血症		第七章 抗感染免疫	(39)
.....	(25)	一、先天性免疫的抗感染作用.....	(39)
(三)低(无)免疫球蛋白血症		(一)屏障结构	(39)
.....	(25)	(二)吞噬细胞	(39)
第五章 补 体	(26)	(三)体液中的抗微生物物质	
一、补体系统的组成与理化性质		(40)
.....	(26)	二、获得性免疫的抗感染作用.....	(40)
二、补体的激活.....	(27)	(一)体液免疫的抗感染作用	
(一)经典激活途径	(27)	(40)
(二)替代激活途径	(27)	(二)细胞免疫的抗感染作用	
三、补体系统的生物学作用.....	(29)	(41)
四、补体系统的异常.....	(29)	三、抗各类病原体感染的免疫特征	
(一)补体含量升高	(29)	(41)
(二)补体含量降低	(29)	四、感染对免疫的影响.....	(42)
第六章 免疫应答	(31)	第八章 变态反应	(43)
一、概 述.....	(31)	一、I型变态反应.....	(43)
二、免疫应答的基本过程.....	(31)	(一)豚鼠实验性过敏反应	(43)
(一)感应阶段	(31)	(二)发生机制	(43)
(二)增殖和分化阶段	(32)	(三)常见疾病	(44)
(三)效应阶段	(32)	(四)防治原则	(44)
三、B细胞介导的体液免疫应答		二、II型变态反应.....	(45)
.....	(33)	(一)发生机制	(45)
(一)抗体产生的一般规律	(33)	(二)常见疾病	(45)
(二)抗体的免疫效应	(34)	三、III型变态反应.....	(46)
四、T细胞介导的细胞免疫应答		(一)发生机制	(46)
.....	(34)	(二)常见疾病	(46)
(一)T细胞介导的细胞		四、IV型变态反应.....	(47)

(一)发生机制	(47)	(二)人工被动免疫制剂	(50)
(二)常见疾病	(47)	二、免疫治疗	(51)
第九章 免疫学防治	(49)	(一)免疫增强剂	(51)
一、免疫预防	(49)	(二)免疫抑制剂	(52)
(一)人工主动免疫制剂	(50)		

第二篇 免疫学检验

第十章 免疫学检验概论	(53)	第十三章 凝集反应	(75)
一、抗原抗体的检测	(53)	一、概 述	(75)
(一)抗原抗体反应的原理	(54)	(一)基本概念	(75)
(二)抗原抗体反应的特点	(54)	(二)检验方法类型	(75)
(三)抗原抗体反应的影响因素	(55)	二、检验技术实例	(79)
(四)抗原抗体反应的种类	(55)	(一)玻片法凝集试验(细菌的鉴定)	(79)
二、免疫细胞及其功能的检测	(56)	(二)试管法凝集试验(肥达试验)	(80)
第十一章 抗原和抗血清的制备	(57)	(三)正向间接凝集试验(类风湿因子检测)	(84)
一、抗原的制备	(57)	(四)反向间接凝集试验(甲胎蛋白检测)	(84)
(一)颗粒性抗原的制备	(57)	第十四章 补体参与的试验和循环免疫复合物的检测	(87)
(二)可溶性抗原的制备原则	(58)	一、概 述	(87)
(三)弗氏佐剂的制备	(58)	(一)补体参与的抗原抗体试验	(87)
二、抗血清的制备	(59)	(二)循环免疫复合物的检测	(88)
(一)抗血清制备的一般程序和方法	(59)	二、检验技术实例	(88)
(二)抗血清制备方案实例	(60)	(一)50%溶血法(CH ₅₀)测总补体活性	(88)
第十二章 沉淀反应	(63)	(二)单向琼脂扩散法测C ₃ 含量	(90)
一、概 述	(63)	(三)补体结合试验简介	(92)
(一)基本概念	(63)	(四)聚乙二醇沉淀比浊法测循环免疫复合物	(93)
(二)检验方法类型	(63)	第十五章 中和反应	(96)
二、检验技术实例	(68)	一、概 述	(96)
(一)环状沉淀试验(CRP检测)	(68)	(一)病毒中和反应	(96)
(二)单向扩散试验(IgG定量检测)	(69)	(二)毒素中和反应	(96)
(三)双向扩散试验	(70)		
(四)对流免疫电泳	(71)		
(五)性病研究实验室试验(VDRL)	(72)		

二、检验技术实例	(96)	检验项目	(124)
(一)溶血抑制法测 ASO	(96)	二、免疫缺陷病的简介	(124)
(二)胶乳凝集法测抗链 O	(97)	(一)免疫缺陷病的概念	(124)
第十六章 免疫标记技术	(99)	(二)免疫缺陷病举例及免疫学	(124)
一、概 述	(99)	检验项目	(124)
(一)酶免疫测定法	(99)	三、免疫增生病的简介	(125)
(二)荧光免疫技术	(101)	(一)免疫增生病的概念	(125)
(三)放射免疫技术	(103)	(二)免疫增生病举例及免疫学	(125)
二、检验技术实例	(105)	检验项目	(125)
(一)ELISA(夹心法)检测	(105)	四、移植免疫的简介	(125)
HB _s Ag	(105)	(一)移植免疫的概念	(125)
(二)ELISA(捕获法)检测	(108)	(二)移植免疫的免疫学检验项目	(126)
抗-HAV-IgM	(108)	五、肿瘤免疫的简介	(126)
(三)FAT(间接法)检测抗核	(109)	(一)肿瘤免疫的概念	(126)
抗体	(109)	(二)肿瘤免疫的免疫学检验项目	(127)
(四)RIA(双抗体法)检测 AFP	(111)	六、变态反应的免疫学检验	(127)
第十七章 免疫细胞及其功能的检测	(114)	七、感染性疾病的免疫学检验	(127)
一、概 述	(114)	第十九章 免疫学检验的质量控制	(129)
二、检验技术实例	(115)	一、概 述	(129)
(一)E 玫瑰花结试验	(115)	(一)质量控制的基本概念	(129)
(二)T 淋巴细胞转化试验	(118)	(二)免疫学检验质控的一般内容	(130)
(三)T 细胞亚群的检测	(119)	二、免疫学检验质控的实例	(131)
(四)白细胞吞噬杀菌试验-白色	(120)	(一)ELISA 测 HB _s Ag 的室内质控	(132)
念珠菌法	(120)	(二)ELISA 测 HB _s Ag 的室间质评	(133)
(五)细胞因子检测的概述	(121)	【附】实验课要求	(134)
第十八章 临床免疫学检验的简介	(123)		
一、自身免疫病的简介	(123)		
(一)自身免疫病的概念	(123)		
(二)自身免疫病举例及免疫学	(123)		

第一篇 免疫学基础

第一章 绪 论

一、免疫的概念

免疫的含义，在很长时期内是指“免除瘟疫”，即机体对微生物等传染因子的防御能力。通过多年的观察、研究发现，免疫现象并不一定都与传染因子有关，其后果也不一定都对机体有利。因此，现代免疫的概念是指机体识别和清除抗原性异物，借以维护机体内环境平衡与稳定的保护性生理反应。这种反应的后果，通常对机体是有利的，但在某些情况下也可能是有害的。

现代免疫学认为，机体有一个完整的免疫系统（包括各种免疫器官、免疫细胞和免疫分子）。这个免疫系统能够识别自身与非己，并且能清除各种抗原性异物（如微生物及其毒素、异种血清、异体组织细胞、自身损伤或死亡的细胞以及肿瘤细胞等）。机体免疫系统对抗原物质的识别、清除反应是个复杂的免疫反应，称为免疫应答。免疫应答的后果，可以是生理性的、对机体有利的，也可以是病理性的、对机体有害的。

免疫对机体具有以下三种主要功能：①免疫防御。是指机体防御病原性生物侵害的功能，但反应异常时可表现为变态反应（反应过高）或免疫缺陷病（反应过低）。②免疫稳定。指机体清除损伤或死亡的自身细胞，并进行免疫调节以维护机体生理平衡，即自身稳定的功能，此等功能失调时，容易导致自身免疫性疾病的发生。③免疫监视。指机体识别、清除肿瘤细胞的功能，此种功能异常时则容易发生肿瘤。

表 1-1 免疫功能分类及表现

功 能	正常表现	异常表现
免疫防御	抗御或清除各类 传染因子及异物	变态反应 免疫缺陷
免疫稳定	清除自身损伤或死亡细胞 免疫调节	自身免疫病
免疫监视	识别和清除肿瘤细胞	肿瘤形成

二、免疫学的发展

免疫学的建立和发展，与其他科学一样是通过积累总结经验、实验研究、理论总结

提高的反复循环而螺旋式地上升发展的，大致可分为开创、兴起和飞跃三个发展阶段。

(一) 免疫学的开创阶段 (11 世纪~19 世纪末)

免疫学的开创是从抗感染免疫起始的。人类在和疾病作斗争的过程中观察到，很多传染病（如天花）患者，一经康复，常可获得免疫而不再患同样的传染病。我国人民首先创用人痘法预防天花（即用人痘痂皮造成人为轻度感染）。有关的文字记载见于 11 世纪宋真宗时代。至 16 世纪明隆庆年间人痘法有了重大改进。到 17 世纪时，不但在我国已经普遍实行以人痘苗接种预防天花，并且很快传入了俄国、朝鲜、日本、土耳其和英国等国家。用人痘苗预防天花是在天花病毒发现之前，它是对人类的一个伟大贡献，也是免疫学的开端。

二百多年之后，英国乡村医生琴纳 (Jenner) 从一名正患牛痘的挤奶女工身上的脓疱中，取少许脓液注射至一个男孩的臂内以预防天花，又经过进一步的实验，他创造了用种牛痘的方法预防天花。如果说作为免疫学开端的人痘法预防天花是经验性质的，那么接种牛痘苗预防天花则显示了免疫学的发展已由经验而向实验过渡的开始，其结果是带来了免疫学的兴起、兴盛。

(二) 免疫学的兴起阶段 (19 世纪末~20 世纪中叶)

1. 人工免疫的研究 从 19 世纪末开始，由于微生物学的发展而明确了传染病的病原是微生物，而且已经能分离培养这些微生物。在此基础上，法国科学家巴斯德 (pasteur) 用高温培养、动物传代等不同培养方法使微生物减毒，并制备了炭疽杆菌减毒疫苗和狂犬病病毒减毒疫苗，用以预防感染，兴起了人工主动免疫。在发现白喉杆菌能够产生毒素之后，德国学者贝林 (Behring) 和日本学者北里用白喉杆菌毒素免疫马，再采用这种马的血清（含有抗毒素的免疫血清）治疗白喉，而且在人体上获得成功，由此又兴起了人工被动免疫。

2. 免疫机制的研究 在这一阶段还开始了对机体保护性免疫机制的初步探讨。以俄国学者梅契尼柯夫 (Мечников) 为代表的细胞免疫学派认为吞噬作用在保护性免疫机制中占主要地位；而以德国学者欧立希 (Ehrlich) 为代表的体液免疫学派则认为血清抗体的防御作用是首要的。一时两派争论很大，由于随后又观察到免疫血清能增强吞噬作用，才使两个学派的不同观点得到初步统一。

从 20 世纪初开始，科学家们通过实验又观察到免疫的另一种作用，即“无保护作用”。当用海葵提取液重复给狗注射，或用异种动物血清重复给人注射时，发现有的机体并未因免疫得到保护，而是变得更加敏感。对于这种所观察到的“无保护作用”，曾被称为过敏反应，即现时所称的变态反应。而保护作用和变态反应是同一事物（即免疫应答）的两种不同表现形式，因此可以说，在这时就已经开始了对免疫病理的认识过程。

另外，在这一阶段，免疫学的发展还表现在发现了补体、建立了一些经典的血清学方法、开始了免疫化学的研究、提出了一些抗体生成的理论。

(三) 免疫学的飞跃阶段 (20 世纪中叶到现在)

到 20 世纪中叶，免疫学家们观察到，异卵双生的牛，虽然彼此都有另一方的异型血细胞，但是并不互相排斥。这种现象被称为免疫耐受。免疫耐受是指机体对抗原的特异性无应答状态，机体对自身组织成分就具有免疫耐受性。经过发展、提高，到 60 年代，澳大利亚科学家贝奈特 (Burnet) 提出了著名的克隆（细胞系）选择学说。该学说认为机

体本来就存有能识别各种抗原的细胞克隆(clone),每一细胞表面均有针对特定抗原的受体,此受体可与相应抗原结合而识别抗原,抗原的作用在于选择相应的细胞克隆,与其受体结合而引起细胞的增殖、分化,产生免疫应答。倘若某一克隆在胚胎时期接触了相应抗原(包括自身成分和外来抗原),该克隆就被清除或抑制而成为禁忌克隆,机体对这种抗原的刺激就表现为特异的无应答状态,即产生了免疫耐受性。这个学说对免疫识别、抗体产生、免疫记忆、免疫耐受、自身免疫等都做出了比较令人满意的解释,对现代免疫学的发展起了非常大的推动作用。

除了上述克隆选择学说之外,免疫学在近40年中的飞跃发展,还表现在以下几个方面。

1. 免疫系统的研究 证实了淋巴系统在免疫应答中的主导地位,胸腺的重要作用,淋巴细胞的起源、分化、特征和功能,以及淋巴细胞的识别、活化与效应机制等。

2. 分子免疫学的研究 主要是有关抗体的产生、化学结构、理化性质、生物学功能等的深入而有成果的研究。另外,对微生物抗原的研究也有很大进展,亚单位疫苗、合成疫苗乃至基因工程疫苗的研制都是例证。

3. 免疫遗传学的研究 这一方面的研究表明,在人类第六对染色体的短臂上有一个紧密连锁的基因群,称为主要组织相容性复合体(MHC),由MHC编码的抗原系统称主要组织相容性系统(MHS),这些在人类则称为人类白细胞抗原(HLA)。HLA是机体各种细胞的“自身”标志,它与免疫应答、免疫调节、组织器官移植以及某些疾病的发生率都有关系。

4. 单克隆抗体的研究 将可以产生特异性抗体的免疫动物的脾细胞,与可以长期增殖的骨髓瘤细胞融合形成杂交瘤细胞,再进一步筛选使之成为单一细胞系(克隆)的杂交瘤细胞,体外培养这种细胞就可以获得大量的、具有高度特异性的单克隆抗体(单抗)。单抗在研究工作、防治工作以及检验工作中正在发挥越来越大的作用。

免疫学经过上述多年的发展,到现在已经形成了很多分支学科。一般可把医学免疫学分为基础免疫学和临床免疫学两大部分。基础免疫学主要研究机体的免疫系统、抗原物质、免疫应答、免疫效应等有关免疫的基本问题。临床免疫学则包括抗感染免疫、变态反应、自身免疫、免疫缺陷、免疫增生、移植免疫、肿瘤免疫等各个不同的研究领域。

除了以上所述之外,免疫学还包括免疫检验学这个相对独立的分支学科。

三、免疫学检验的应用

免疫学检验是把免疫学方法引入临床和预防医学中,主要用于实验室诊断的一门技术科学。它的发展,在早期,是从检测病原微生物的抗原或抗体以用于传染病的诊断开始的。到目前,免疫学技术本身得到了很大的发展,它已经成为一类非常敏感、非常特异的检验技术。它的应用也不再局限于病原微生物抗原或抗体的检测,而是可以检测微生物以外的多种物质,为临床医学和预防医学中更多的专业领域服务。

1. 传染病方面 机体经微生物或寄生虫感染后,常可在血清中出现与病原体相对应的特异性抗体,检测这类抗体,有助于明确疾病的诊断(即血清学诊断)。此外,还可以用含有特异性抗体的诊断血清检测相应的病原体及其有关抗原,为确定传染病的病原提供依据。

2. 免疫病理方面 机体在发生变态反应、自身免疫性疾病、免疫缺陷病、免疫增生病时，常可出现抗体、补体、免疫复合物、免疫细胞等方面的改变（或是缺陷、增生），用免疫学方法进行检测，可以为上述有关疾病的诊断提供依据。

3. 血型 and 血液病方面 在血型的鉴定、血液免疫病（如各种免疫性血细胞减少症）的诊断以及血液细胞的检测中，免疫学方法是重要的实验方法。

4. 组织器官移植方面 无论是移植物供者的选择，还是移植后移植物存活情况的监控，都离不开免疫学检测。

5. 肿瘤方面 用免疫学方法检测肿瘤抗原（如肿瘤相关抗原的胚胎抗原）、观察病人免疫应答的一些变化，对肿瘤的诊断、病人免疫功能状态的评价、疗效观察以及复发的监控等都有重要意义。

6. 其他 机体内一些含量很微的蛋白质、酶、激素以及治疗后体内所含的药物，以往大多是用化学方法检测。由于免疫学技术的进步（如单抗、标记技术等的应用），现在很多都可用更加敏感而特异的免疫学方法进行检测。

复 习 题

1. 什么叫免疫？说明它的功能和表现。
2. 简述免疫学发展各阶段的主要成就。
3. 说明免疫学检验在医学检验中的应用概况。

（北京卫校 田桂林）

第二章 免疫系统

免疫系统是机体产生免疫功能的物质基础。它与机体其他系统一样，有其固有的解剖结构和生理网络，既有内部调节机制，又有其他系统互相协调，并受神经体液调节，共同维持生理平衡。免疫系统包括三部分：免疫器官、免疫细胞、免疫分子。

一、免疫器官

根据其功能不同分为中枢免疫器官和外周免疫器官。

(一) 中枢免疫器官

中枢免疫器官是免疫细胞发生、分化、成熟的场所，包括骨髓、胸腺及法氏囊。

1. 骨髓 骨髓是产生各类血细胞的场所。骨髓的造血干细胞具有很大的分化潜能，能分化发育成不同血细胞系的定向干细胞。人类的造血干细胞首先出现于胚龄 2~3 周的卵黄囊，至胚胎 2~3 月时迁至肝、脾，第 5 个月又从肝、脾迁至骨髓。出生后造血干细胞则主要来源于骨髓。此种造血干细胞具有自我增殖和分化的功能。通过分化发育成为髓样干细胞和淋巴干细胞。其中的淋巴干细胞则进一步经胸腺和法氏囊(或类囊器官)的作用分别发育成胸腺依赖性淋巴细胞(thymus dependent lymphocyte, T 细胞)和囊依赖性淋巴细胞(bursa dependent lymphocyte, B 细胞)。

2. 胸腺 胸腺位于胸腔纵隔上部，胸骨后方。新生儿胸腺重约 20g，青春期达高峰，以后逐渐退化，多为脂肪及结缔组织所代替。

胸腺的主要功能是分泌胸腺因子，使经血流进入胸腺的淋巴干细胞增殖分化成具有细胞免疫功能的 T 细胞。并进一步诱导分化为各个亚群，同时在 T 细胞发育过程中，胸腺还可清除对自身抗原应答的 T 细胞株，维持自身的稳定。

3. 法氏囊 又称腔上囊，是鸟类特有的中枢免疫器官，位于泄殖腔后上方。它的主要功能是使淋巴干细胞增殖分化为具有体液免疫功能的 B 细胞。人和哺乳动物没有法氏囊，现今大多认为其类似结构(类囊器官)就是骨髓，因而 B 细胞也可称为骨髓依赖性淋巴细胞。

(二) 外周免疫器官

外周免疫器官是 T 细胞和 B 细胞等栖居、增殖、产生免疫应答的重要部位。主要包括脾和淋巴结。

1. 淋巴结 人体全身约有 500~600 个淋巴结，主要分布在颈、腋、肘、腹股沟、肠系膜、盆腔及肺门等处。

淋巴结内分为皮质和髓质两部分。靠近表层的皮质部分称为浅皮质区，是 B 细胞定居的场所，又称非胸腺依赖区。靠近髓质的皮质称为深皮质区，是 T 细胞定居场所，又称胸腺依赖区。髓质由髓索和髓窦组成，髓索中含有 B 细胞、浆细胞、网状细胞和巨噬细胞。髓窦中有许多吞噬细胞，可清除流经淋巴液的微生物和异物。淋巴结在免疫功能中起着过滤和净化淋巴液，增生和储备淋巴细胞的作用。并且是产生特异性免疫应答的重要场所。

2. 脾 脾是体内最大的免疫器官。脾实质又分为白髓和红髓，贯穿白髓的中央动脉周围的淋巴鞘是 T 细胞定居的场所，白髓内的脾小结的生发中心是 B 细胞定居的场所。脾的免疫功能主要是过滤和净化血液，增殖并储备淋巴细胞。脾还是体内产生抗体的重要场所。

淋巴细胞再循环 淋巴细胞再循环是淋巴细胞在血液和淋巴组织间的反复循环。在淋巴结中的主要途径是血循环中的淋巴细胞可经组织进入淋巴结的 T 细胞区和 B 细胞区，然后移向髓窦，经输出淋巴管进入胸导管再返回血液中。在脾中的途径是由脾动脉进入 T 细胞和 B 细胞区，再穿出脾窦，回到血液中。淋巴细胞的再循环可增加抗原与淋巴细胞接触的机会，增强免疫应答；为周围免疫器官补充新的淋巴细胞。

二、免疫细胞

凡参与免疫应答的细胞都可称之为免疫细胞，包括：①淋巴细胞，除 T 细胞和 B 细胞两大群外，还有杀伤细胞 (killer cells, K 细胞)、自然杀伤细胞 (natural killer cell, NK 细胞)、淋巴因子激活的杀伤细胞 (lymphokine activated killer cell, LAK 细胞) 等；②单核吞噬细胞及其他辅助细胞；③其他与免疫应答有关的细胞。在免疫应答中起核心作用的是淋巴细胞，其中接受抗原刺激后能发生特异性免疫应答的淋巴细胞称为免疫活性细胞，即 T 细胞和 B 细胞。

(一) T 细胞和 B 细胞

1. T 细胞和 B 细胞的来源、分化和定居 T 细胞和 B 细胞都来源于骨髓的淋巴干细胞。在胸腺中，淋巴干细胞在胸腺因子的作用下分化增殖为 T 细胞，而另一部分淋巴干细胞则在骨髓中分化增殖为 B 细胞。这些分化成熟的 T、B 细胞各自随血流进入外周免疫器官的特定区域栖居，并接受抗原刺激后分别发挥细胞免疫及体液免疫功能 (图 2-1)。

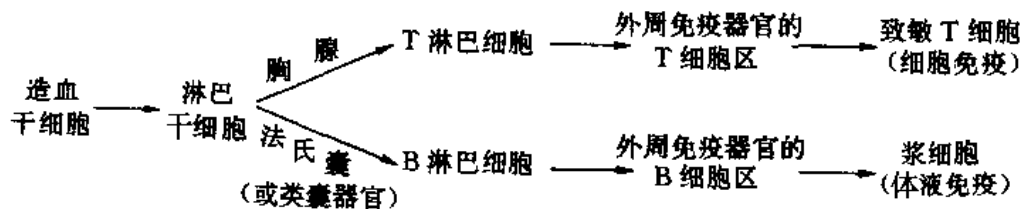


图 2-1 淋巴细胞的来源、分化示意图

2. T 细胞和 B 细胞的表面标志和特性 T 细胞和 B 细胞均为小淋巴细胞。在光学显微镜下两者形态不易区分，但在膜表面结构上二者确有一定差异，这些膜表面结构称为表面标志，包括表面抗原和表面受体。它们可用于鉴别 T 细胞和 B 细胞及其亚群，其中某些表面标志正是实验室检查两类淋巴细胞的依据。

表面受体是指淋巴细胞表面具有能与相应配体结合的分子结构。

(1) 抗原受体：T 细胞和 B 细胞的膜表面都有识别特异性抗原的受体。大多数 T 细胞受体 (T cell antigen receptor, TCR) 目前认为是由 α 和 β 两条链组成的异二聚体，每条链又各有一个可变区和恒定区，可变区是与抗原结合的部位，恒定区与细胞膜相连。B 细胞的抗原受体就是镶嵌于细胞膜上的膜表面免疫球蛋白 (surface membrane immunoglobulin, SmIg) 主要是单体的免疫球蛋白 (immunoglobulin, Ig) M 和免疫球蛋白 D (IgD)。

(2) 绵羊红细胞受体 (E 受体)：T 细胞表面具有的一种受体，在体外一定条件下能

与绵羊红细胞结合，镜下呈玫瑰花状。据此原理设计的试验称为E玫瑰花结试验，可用于检查人外周血中T细胞所占比例及其数量，但是不能反映细胞功能状态。

(3) 丝裂原受体：丝裂原是指在体外一定条件下，可与淋巴细胞表面的相应受体结合后，刺激静止淋巴细胞活化，诱导细胞转化，表现DNA合成增加或产生有丝分裂变化的物质。T细胞具有植物血凝素(PHA)受体，在体外T细胞受PHA刺激发生转化的试验称为淋巴细胞转化试验，可用于检测患者的细胞免疫功能状态。

(4) Fc受体：许多免疫细胞表面具有Fc受体，能特异性的与Ig的Fc段结合。用红细胞-相应抗体的复合物可检测此种受体，即EA玫瑰花结试验。B细胞、单核细胞、巨噬细胞、粒细胞、K细胞、NK细胞以及部分T细胞亦有此种受体。因此，Fc受体并非B细胞所独有，即Fc受体不能算做B细胞的特征。各类Ig的Fc受体已统一命名为FcrR, FcαR, FcμR, FcεR, 它们分别可结合IgG, IgA, IgM, IgE。

(5) 补体受体：B细胞、单核吞噬细胞、中性粒细胞、K细胞等表面具有补体(主要是C3)的受体。此受体有调理吞噬、免疫粘附作用。用红细胞-相应抗体-补体的复合物(即EAC)，可以检测此种受体，这就是EAC玫瑰花结试验。

表面抗原是指淋巴细胞的表面存在的能被特异性抗体所识别的表面分子。

(1) T细胞表面抗原：T细胞表面抗原是在T细胞分化过程中产生的，所以又称为分化抗原。不同的研究者和实验室建立了多种单克隆抗体系统用以鉴定淋巴细胞的表面抗原，如OKT系统，Leu系统等。所以造成同一表面抗原用不同单抗系统检测时出现不同命名的问题，为此1983年起经国际会议统一商定以分化群(cluster of differentiation, CD)统一命名表面抗原。几种重要的T细胞分化抗原及单抗、细胞类型名称见表2-1。

表 2-1 几种 T 细胞分化抗原及单抗、细胞类型

CD 命名	单抗命名	细胞类型
CD2	OKT11 (T11), Leu5	E 花结形成细胞
CD3	OKT3 (T3), Leu11	成熟 T 细胞
CD4	OKT4 (T4), Leu3	辅助性/迟发型超敏反应性 T 细胞
CD8	OKT8 (T8), Leu2	抑制性/细胞毒性 T 细胞

在T细胞发育的不同阶段，其表面的CD分子可发生相应变化，在胸腺皮质发育阶段表达CD2分子，进一步分化表达出CD3，随后在同一T细胞上表达CD4和CD8，成为双阳性细胞，然后大多死亡，少数在胸腺髓质中分化成熟为两大群T细胞，其中一群为CD4⁺CD8⁻，另一群为CD8⁺CD4⁻。

(2) B细胞表面抗原：B细胞表面抗原即SmIg的合成、衍化，是在B细胞分化过程中表达出来的。前B细胞时，胞浆中出现μ重链，而细胞表面无SmIgM，进一步分化为幼稚B细胞时，细胞表面表达SmIgM，最后分化为成熟B细胞时，细胞表面除SmIgM外，又出现了SmIgD。另外近些年来，也在人B细胞表面检出多种CD抗原(如CD19, CD20, CD21, CD23等)，利用这些分化抗原划分B细胞亚群的研究工作，还在进行中。

3. T细胞和B细胞的亚群及其功能 T细胞按CD抗原和在免疫应答中作用不同分为CD4和CD8两大类。CD4亚群包括：①辅助性T细胞(helper T cell, T_H)，②迟

发超敏反应性 T 细胞 (delayed type hypersensitivity T cell, T_D); CD8 亚群包括: ①抑制性 T 细胞 (suppressor T cell, T_s), ②细胞毒性 T 细胞 (cytotoxic, T_c)。 T_H 和 T_s 分别具有协助和抑制作用, 两者相互协调, 相互制约, 调控并维持免疫稳定。 T_D 参与 IV 型变态反应。 T_c 则有杀伤携有特异性抗原的靶细胞的功能。

B 细胞亚群的分类尚未得到统一。两类淋巴细胞特点比较见表 2-2。

表 2-2 两类淋巴细胞有关特点比较表

比较项目	T 细胞	B 细胞	检测方法
分化成熟场所	胸腺	骨髓/法氏囊	
寿命	长: 数月—数年	短: 数天—数周	
主要分布	外周血 60—70% 脾 中央动脉周围 淋巴结 深皮质区	20—30% 生发中心 浅皮质区	
抗原受体	两条肽链形成的二聚体	SmIg	单克隆抗体法 免疫荧光法
表面受体	绵羊红细胞受体 + IgFC 受体 -/+ 补体 C3 受体 - 植物血凝素受体 + 检测用单抗系统 OKT, Leu	- + + -	E 玫瑰花结 EA 玫瑰花结 EAC 玫瑰花结 淋巴细胞转化试验
分化抗原	命名系统 CD		
主要功能	细胞免疫	体液免疫	

(二) 其他淋巴细胞

除 T 细胞和 B 细胞外, 还有少数其他种类的淋巴细胞, 这些淋巴细胞体积大于小淋巴细胞, 故又称大颗粒淋巴细胞。

1. K 细胞 K 细胞是一类具有杀伤作用的淋巴细胞, 在人外周血中约占淋巴细胞总数的 5%~10%, 其表面有 Fc 受体, 因而只能杀伤被相应抗体 (IgG) 覆盖的靶细胞。当 IgG 类抗体与靶细胞表面的抗原结合后, IgG 分子的 Fc 段可与 K 细胞表面的 Fc 受体结合, 触发 K 细胞的杀伤作用。这种杀伤作用必须依赖特异性抗体作为桥梁, 故称为抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用 (antibody dependent cell-mediated cytotoxicity, ADCC) (图 2-2)。这种作用在抗某些肿瘤, 抗病毒性感染, 变态反应等方面发挥一定作用。另外, 中性粒细胞、单核细胞、巨噬细胞等亦有 ADCC 作用。

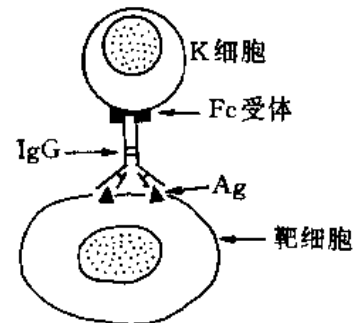


图 2-2 ADCC 作用示意图