

高等医学院校实践实验系列教材

医学免疫学与 病原生物学实验指导

沈敬华 包丽丽 © 主编



北京大学医学出版社

医学免疫学与病原生物学实验指导

主 编 沈敬华 包丽丽

副主编 木 兰

编 者 (按姓名汉语拼音排序)

包丽丽 (内蒙古医科大学)

富红丹 (内蒙古医科大学)

胡 宾 (内蒙古医科大学)

高权荣 (内蒙古医科大学)

李 恋 (内蒙古医科大学)

卢 莎 (内蒙古医科大学)

木 兰 (内蒙古医科大学)

彭洪涛 (内蒙古医科大学)

任向宇 (内蒙古医科大学)

沈敬华 (内蒙古医科大学)

孙 娟 (内蒙古医科大学)

孙晓琳 (内蒙古医科大学)

陶格斯 (内蒙古医科大学)

王晓娟 (内蒙古医科大学)

于晶峰 (内蒙古医科大学)

张明显 (内蒙古医科大学)

北京大学医学出版社

YIXUE MIANYIXUE YU BINGYUAN SHENGWUXUE SHIYAN ZHIDAO

图书在版编目 (CIP) 数据

医学免疫学与病原生物学实验指导 / 沈敬华, 包丽丽
主编. -- 北京: 北京大学医学出版社, 2016.6
高等医学院校实践实验系列教材
ISBN 978-7-5659-1145-3

I . ①医… II . ①沈… ②包… III . ①医学—免疫学—
医学院校—教学参考资料②医学微生物学—医学院校—
教学参考资料 IV . ① R392 ② R37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 139776 号

医学免疫学与病原生物学实验指导

主 编: 沈敬华 包丽丽

出版发行: 北京大学医学出版社

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

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 中煤 (北京) 印务有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 赵欣 王孟通 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 喆

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 16.25 字数: 408 千字

版 次: 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1145-3

定 价: 35.00 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)

前 言

医学免疫学与病原生物学作为一门极具基础性、综合性的学科，主要研究抗原性异物的性状、机体免疫应答的机制，以及在一定条件下病原生物的生物学特性、生命活动规律、致病性与免疫性、实验室检查及特异性防治，是一门医学基础课。近年来，现代微生物、免疫学技术已经渗透到生命科学研究的每一个领域，不论是基础研究领域，还是临床医学诊断和研究，都离不开微生物、免疫学技术，该门课程已成为对当代大学生进行基础研究领域培养和临床医学诊断及研究训练的重要基础课程之一。

我们学院编写《医学免疫学与病原生物学实验指导》这部教材，就是以学院制订的人才培养方案作为指导思想，结合当前医学生在免疫学、医学微生物学及人体寄生虫学等方面的实际状况，针对学生学习的特点，将3门课程内容有机结合，既传承理论基础，又能较好地培养提高学生动手能力。将我们多年的教学经验进行提炼，在参考大量文献的基础上对医学免疫学与病原生物学实验内容进行精选和归类，力图编写一部适合医学生学习使用的教材。

第一篇医学免疫学实验部分，编写内容讲究实用性，理论阐述和实践紧密结合是教材编写的理念。医学免疫学培养学生的目标是让学生易学易懂易操作。在学习理论知识后，根据教学特点和各专业的教学需要，教材在编写过程中淡化了传统的重理论轻实践的教学模式，而是注重学生的实验室规则、生物安全知识及实验操作能力的训练。第二篇、第三篇病原生物学，着重于医学微生物学及人体寄生虫学，结合具体理论研究，并在此基础上辅以实验操作能力训练，从而达到学练同步的效果，提升学生的综合素质水平。

全书共分三篇十三章，由沈敬华、包丽丽主编、统稿。在编写过程中，参阅大量论著，谨在此向原著作者致以衷心的感谢！应该特别提到的是，在本书编写过程中得到了院校相关部门的鼎力支持，在此一并表示感谢！我们身怀真诚奉献此书，但自知水平有限，加之时间紧迫，书中难免遗珠之憾，恳请广大读者不吝指正，使之日臻完善！

编者谨识

目 录

第一篇 医学免疫学实验

绪论	1	一、中性粒细胞吞噬功能测定	27
一、医学免疫学与病原生物学		二、中性粒细胞硝基四氮唑蓝还	
实验目的与要求	1	原能力的测定	28
二、医学免疫学与病原生物学实验室		三、巨噬细胞吞噬功能的测定	29
规则	1	附：小鼠腹腔注射法	30
三、普通光学显微镜的使用与保护	2	第二节 获得性免疫细胞功能	
第一章 体液免疫相关的基本实验	9	的检测	31
第一节 抗原抗体反应的基本原理	9	一、淋巴细胞转化试验	31
一、抗原抗体反应的基本原理	9	二、E 花环试验	33
二、抗原抗体反应的特点	9	第三章 免疫标记技术	35
三、抗原抗体反应的影响因素	10	第一节 免疫荧光技术	35
四、抗原抗体反应的类型	10	一、直接免疫荧光法测抗原	36
第二节 凝集反应	10	二、间接免疫荧光法测抗原	37
一、直接凝集反应	11	第二节 免疫酶技术	39
二、间接凝集反应	13	甲胎蛋白检测 (ELISA 双抗体夹心法)	40
第三节 沉淀反应	15	第三节 放射免疫技术	43
一、环状沉淀试验	16	放射免疫法测定	43
二、单向琼脂扩散试验	16	第四章 淋巴细胞的分离	46
三、双向琼脂扩散试验	18	第一节 人外周血单个核细胞	
四、火箭电泳	19	的分离	46
五、对流免疫电泳	21	第二节 T 淋巴细胞、B 淋巴细胞	
六、免疫电泳	21	的分离纯化	48
第四节 补体参与的反应	23	一、免疫磁珠法分离淋巴细胞	48
一、溶血试验	23	二、花环沉降法分离 T 淋巴细胞和	
二、补体结合试验	24	B 淋巴细胞	49
三、CH50 法测定血清总补体活性	25	三、尼龙棉柱法分离 T 淋巴细胞和	
第二章 免疫细胞功能测定	27	B 淋巴细胞	50
第一节 固有免疫细胞功能的检测	27	第三节 淋巴细胞片的制备	52
		附一：细胞计数方法	52

附二：细胞活性检测	54	第六章 超敏反应检测	61
附三：细胞冻存	54	第一节 动物过敏反应试验	61
第五章 细胞免疫功能检测	57	第二节 I型超敏反应检测	63
第一节 细胞毒性T细胞杀伤		一、I型超敏反应皮肤试验	63
功能测定	57	二、血清总IgE检测	64
第二节 细胞因子检测技术	58	三、血清特异性IgE检测	65
		第三节 迟发型超敏反应皮肤试验	66

第二篇 医学微生物学实验

第七章 病原生物学实验室常用仪器		一、细菌常用培养基的配制	92
和设备	71	二、细菌培养方法	95
一、高压蒸汽灭菌器	71	第五节 细菌生化鉴定法	98
二、恒温培养箱	72	一、单糖发酵试验	99
三、超净工作台	73	二、硫化氢试验	100
四、生物安全柜	74	三、尿素分解试验	100
五、超低温冰箱	75	四、触酶试验	101
六、无菌室	76	五、氧化酶试验	101
七、接种环和接种针	77	六、IMViC试验	102
第八章 细菌学基本实验方法与技能 ...	78	附录	104
第一节 细菌的基本形态和特殊		第六节 正常人体和环境中的细菌	
结构的观察	78	的检查	106
第二节 细菌动力的观察	80	一、皮肤细菌的检查	106
一、悬滴检查法	80	二、咽喉部细菌的检查	107
二、压滴检查法	81	三、水中细菌的检查	107
三、暗视野显微镜检查法(示教)	82	四、空气中细菌的检查	108
四、半固体琼脂检查法	83	第七节 外界因素对细菌的影响 ...	109
第三节 细菌的染色法	83	一、高压蒸气灭菌法	109
一、单染色法	84	二、干烤箱	110
二、革兰氏染色法	85	三、间歇灭菌	111
三、特殊染色法	86	四、煮沸消毒法	111
四、荧光染色法	89	五、紫外线杀菌	112
附录：染色液的配制	89	六、滤过除菌	112
第四节 常用培养基的制备与细菌		七、常用消毒剂的抑菌作用	113
的人工培养	92	八、手指消毒前后的细菌学检查	113
		九、细菌对抗生素的敏感性试验	
		(纸片琼脂扩散法)	114

十、细菌对中草药敏感试验	115	一、结核分枝杆菌的检测	147
附录	116	二、麻风分枝杆菌的检测	151
第八节 细菌的遗传与变异	117	附录	152
一、细菌的变异现象观察	117	第四节 厌氧菌的检测	153
二、接合传递试验	119	一、厌氧芽胞梭菌	153
三、转化试验	120	二、无芽胞厌氧菌	155
四、细菌质粒 DNA 的提取	122	附录	155
五、琼脂糖凝胶电泳	123	第五节 动物源性细菌的检测	156
第九节 细菌的血清学诊断	124	一、布鲁菌属	157
第十节 临床标本的采集与		二、鼠疫耶尔森菌	157
处理方法	125	三、炭疽芽胞杆菌	158
一、标本的采集和处理原则	126	附录	159
二、常见待检标本的采集方法	126	第六节 白喉棒状杆菌的检测	159
第九章 几种细菌性疾病的		一、白喉棒状杆菌的染色	160
实验室诊断	129	二、白喉棒状杆菌的分离培养	160
第一节 化脓性球菌的分离鉴定	129	附录：染色液的配制	161
一、形态、染色性及培养特性观察	129	第七节 弧菌和螺杆菌的检测	161
二、葡萄球菌血浆凝固酶试验	130	一、霍乱弧菌和副溶血性弧菌的	
三、肺炎链球菌乙基氢化羟基奎宁		形态观察	162
(optochin) 敏感试验	131	二、霍乱弧菌和副溶血性弧菌的	
四、肺炎链球菌胆汁溶菌试验	132	培养现象观察	162
五、脓汁标本中病原菌(葡萄球菌)的		三、霍乱弧菌和副溶血性弧菌的	
分离鉴定	133	生化反应鉴定	163
六、咽拭子、血液标本中病原菌(乙型溶		四、霍乱弧菌感染的快速诊断	164
血性链球菌)的分离鉴定	134	五、幽门螺杆菌的分离鉴定	165
七、脑脊液标本中病原菌(脑膜炎奈瑟菌)		附录	167
的分离鉴定	136	第八节 其他微生物感染的检测	168
八、泌尿生殖道脓性分泌物中淋病		一、支原体、衣原体、立克次体、	
奈瑟菌的检查	137	螺旋体的检测	169
附录	138	二、放线菌的检测	173
第二节 致病性肠道杆菌的		三、真菌的检测	173
实验室诊断	139	附录	176
一、主要肠道杆菌形态及染色性观察	139	第十章 病毒学实验	177
二、主要肠道杆菌的培养特性观察	140	第一节 病毒的培养法	177
三、粪便标本中肠道病原菌的		一、动物接种法	177
分离鉴定	140	二、鸡胚接种法	178
四、肥达反应	144	三、组织培养法	181
附录	145	附录	182
第三节 分枝杆菌的检测	146		

第二节 病毒的定量法.....183	第五节 乙型肝炎病毒抗原抗体的 检测 (ELISA).....193
一、50% 组织细胞感染量.....183	一、ELISA 双抗体夹心法检测 HBsAg (一步法).....194
二、空斑形成试验.....184	二、ELISA 双抗原夹心法检测抗-HBs195
第三节 病毒性感染的快速诊断....185	三、ELISA 竞争法检测抗-HBe.....196
一、显微镜检测病毒颗粒.....185	四、ELISA 捕获法检测抗-HBc IgM...197
二、检测病毒抗原.....186	第六节 人类免疫缺陷病毒感染的 实验室诊断.....198
三、检测病毒核酸.....187	一、初筛试验-酶联免疫法 (ELISA) 检测 HIV 特异抗体.....199
四、检测病毒特异 IgM 抗体.....190	二、确证试验-免疫印迹法检测 HIV 特异性抗体.....200
第四节 流感病毒的血凝与血凝 抑制试验.....190	
一、血凝试验.....190	
二、血凝抑制试验.....192	
附录.....193	

第三篇 医学寄生虫学

第十一章 医学蠕虫.....205	第十二章 医学原虫.....224
第一节 似蚓蛔线虫 (蛔虫).....205	第一节 蓝氏贾第鞭毛虫和 阴道毛滴虫.....224
第二节 蠕形住肠线虫 (蛲虫)、 美洲板口线虫及十二指肠钩口 线虫.....208	第二节 疟原虫、溶组织内阿米巴225
第三节 旋毛形线虫、班氏丝虫 与马来丝虫.....210	第十三章 医学节肢动物.....231
第四节 卫氏并殖吸虫 (肺吸虫) 和 日本裂体吸虫 (日本血 吸虫).....212	第一节 蝉、蚊、蝇、蚤.....231
第五节 链状带绦虫 (猪带绦虫) 和 肥胖带绦虫 (牛带绦虫).....217	第二节 蠕形螨自检.....233
第六节 细粒棘球绦虫 (包生绦虫) 和微小膜壳绦虫 (短膜 壳绦虫).....220	参考文献.....234
	彩图.....235

绪 论

一、医学免疫学与病原生物学实验目的与要求

医学免疫学与病原生物学实验课是医学专业的基础必修课。本课程内容包括医学免疫学、医学微生物学与医学寄生虫学三部分。基本要求是使学生能掌握医学免疫学的基本理论和基本技术,对临床常见的免疫现象与免疫性疾病、病原性细菌及病毒等传染病的发病机制、实验室检查和特异性防治等方面正确理解并做出合理的解释;掌握各类微生物和人体寄生虫的形态结构、生长代谢、遗传变异及其在临床中的应用;加深对病原微生物与人体和环境间相互关系的认识,建立无菌观念。突出理论与应用相结合,培养学生主动思考和分析问题的能力,为学生今后从事医疗工作打下坚实的基础,并为后续相关课程的学习积累必要的知识。

(一) 实验课的目的

1. 加深和巩固对理论知识的理解与体会。
2. 熟悉和掌握医学免疫学与病原生物学实验的基本技能。
3. 培养正确的科学态度和思维分析能力。

(二) 实验课的要求

1. 为提高实验课效果,每次实验前必须认真预习,了解实验原理、材料与方法、注意事项及预期的实验结果。
2. 加强基础训练,每次实验过程中应注意基本技术、基本操作、基本训练。坚持严肃性、严格性和严谨性。
3. 要仔细观察示教实验。
4. 自行操作要认真、准确。
5. 为提高科学思维、分析、总结能力,每次实验结束后必须认真、及时地记录实验结果,进行分析,得出结论,完成实验报告。

(胡 宾 高权荣)

二、医学免疫学与病原生物学实验室规则

为保证实验效果及实验课的教学目的,加强实验人员认真负责的态度,保障实验操作者的安全,维护实验室的安全卫生,特制定以下规则:

1. 学生在实验课前,应该认真对实验内容进行预习,明确实验目的与要求,了解实验原理和操作步骤,熟悉所要使用的仪器、药品的性质和注意事项,预测实验结果。如有疑问,请及时咨询实验指导教师。
2. 进入实验室应该身着白大衣,离开时将白大衣脱下并内面朝外折叠带走。尽量不携带个人生活物品进入实验室,与实验无关的物品应放置在指定位置。
3. 实验室内应遵守纪律,不得大声喧哗,不随意走动,不玩弄动物,不随地吐痰。

4. 实验室内禁止吸烟、进食及饮水, 严禁用口接触实验器材及湿润标签, 尽量避免用手接触头面部及身体其他暴露部位。

5. 注意保持科学实验的严肃性、严格性和严谨性。实验前, 应该仔细认真地观察教师的演示, 实验中严肃认真地按规定步骤进行操作。

6. 仔细、耐心地观察实验过程中出现的各种现象, 及时、真实、客观地记录实验结果。积极思考, 认真分析, 得出结论。

7. 实验所用的仪器、器材和试剂须按照要求摆放, 严格按照操作程序进行, 以保证实验过程顺利, 并取得预期结果。

8. 若出现实验器皿破损, 传染性材料、有毒材料流洒于桌面、地面及衣服上, 或发生割破皮肤、被动物咬伤等意外时, 要及时报告实验指导教师, 做好妥善处理, 不要隐瞒或自行处理。

9. 要爱护公共财物, 节约水电、试剂材料, 不得将实验室任何物品私自带出实验室。如将仪器、器材损坏, 应及时报告教师, 并登记备案。

10. 实验中被污染的器材、仪器及其他接触过有菌物的物品, 应该在使用完毕后立即投入已准备的消毒剂中或放置于指定位置, 不可随意放置。

11. 实验结束后, 应清理实验用品, 物归原处。实验废弃物(包括实验动物)应该放入或倒入指定的位置或容器内。服从值日安排, 认真负责地做好清洁卫生工作。

12. 离开实验室前应该清洗或消毒双手。最后离开的同学注意关好水、电、门、窗等, 如有借用的物品和仪器要及时归还。

(胡 宾 高权荣)

三、普通光学显微镜的使用与保护

【实验目的】

1. 学习并掌握普通光学显微镜的构造和原理。
2. 掌握油镜的使用技术及维护的基本知识。
3. 初步认识细菌的形态特征。

【实验内容】

细菌个体微小, 肉眼不可见。在细菌的形态学研究过程中, 必须借助于显微镜及适当的染色, 才能看到较清晰的物像。因此, 学生应该熟练掌握显微镜尤其是油镜的使用和保护。通过以下实践, 掌握普通光学显微镜的原理, 熟悉方法步骤、结果判断及注意事项。

【实验原理】

显微镜(microscope)是观察细胞的重要工具。根据光源不同, 可分为普通光学显微镜(图1)和电子显微镜两大类。前者是以可见光为光源, 后者是以电子束为光源。

普通光学显微镜是由多个透镜组成的精密光学仪器, 显微镜物像是否清晰不仅由其放大倍数决定, 还与其分辨力(resolution, R)有关。分辨力是指显微镜(或人的眼距目标250mm处)能分辨物体最小间隔的能力。分辨力的大小取决于光的波长和物镜数值孔径以及介质的折射率, 用公式表示为:

$$R=0.61\lambda/NA \quad NA=n\sin(\alpha/2)$$

λ 为入射光波长; n 为物镜与标本之间介质的折射率; α 为镜口角(光线进入物镜的最大

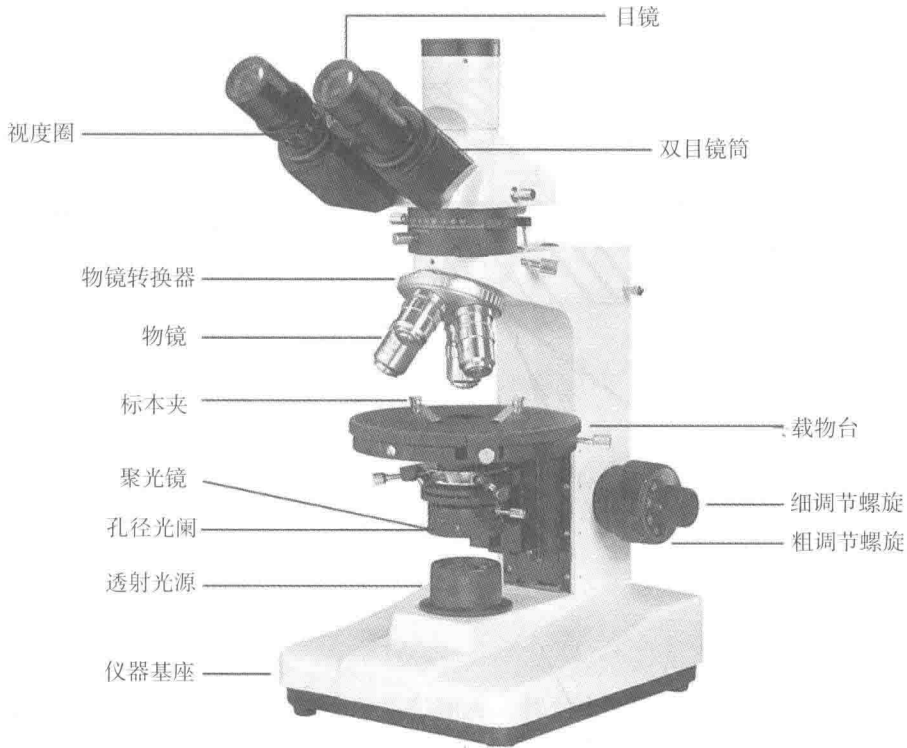


图 1 普通光学显微镜

夹角); $N.A$ 为物镜数值孔径 (numerical aperture)。

镜口角总要 $<180^\circ$ ，因此 $\sin(\alpha/2)$ 的最大值必然 <1 。普通光线的波长为 $400 \sim 700\text{nm}$ ，因此，显微镜分辨力数值不会 $<0.2\mu\text{m}$ ，人眼的分辨力是 0.2mm ，所以一般显微镜设计的最大放大倍数通常为 1000 倍。

使用油镜观察时，需要在玻片上滴加香柏油 (cedar wood oil)，否则视野不清。这是因为油镜的物镜直径很小，光线通过不同密度的介质物体 (玻片 \rightarrow 空气 \rightarrow 透镜) 时，部分光线在空气中发生折射而散失，进入镜头的光线少，致使视野较暗，物像不清。如在玻片与镜头间滴加香柏油，因为香柏油的折射率 ($n=1.515$) 和玻片 ($n=1.52$) 相近，可使进入镜头的光线增多，从而增强视野的亮度，获得清晰的物像 (图 2)。

普通光学显微镜是通过物镜与目镜组成的透射镜使物体放大而成像，放大倍数是物镜放大倍数和目镜放大倍数的乘积。细菌个体微小，以 μm 为测量单位，人眼的分辨力是 mm ，肉眼无法识别，因此必须用光学显微镜油镜放大 1000 倍左右才能看到细菌的形态特点。

【材料】

1. 普通光学显微镜、香柏油、擦镜纸、无水乙醇。
2. 染色的标本片。

【方法】

1. 放置 将显微镜置于平稳的实验台上，不能使载物台倾斜，避免镜油外流，坐正，

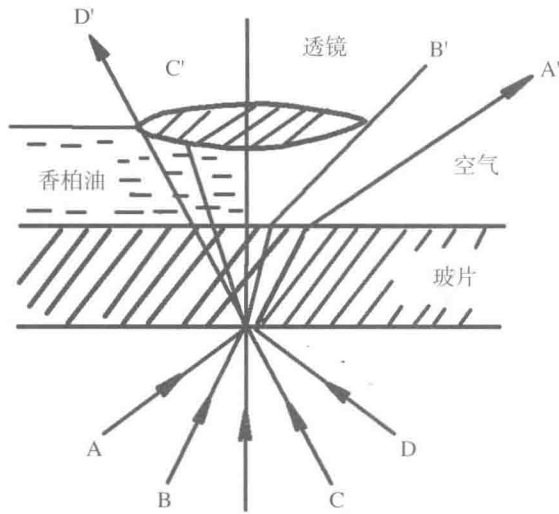


图2 油镜使用的原理

练习用左眼观察。

2. 对光 将低倍物镜转到工作位置，光圈完全打开，依据光源的强弱转动反光镜的位置。观察染色装片时，光线宜强；观察未染色装片时，光线不宜太强。

3. 滴油 升高物镜后将细菌标本片固定于载物台上，将其染色的部位正对集光器中央。先用低倍镜对好光，并调至视野最亮，找出标本的位置，然后提高镜筒，滴加香柏油1滴，再换油镜观察。首先要正确识别油镜头，其上都有一些标记，如标有100×，镜头前端有白、黑或红色的圆圈，刻有“oil”或“HI”等。其孔径与其他物镜相比也较小。

4. 调焦 换用油镜后，先用眼从侧面看准油镜头，调节粗调节螺旋让载物台缓缓上移，使油镜头浸入油滴内，但勿接触玻片，以免损坏镜头和标本片。然后在目镜下观察，调节粗调节螺旋让载物台缓缓下移至看到模糊物像时，再改用细调节螺旋，使物像变清晰。注意下调载物台的过程中不可使油镜头与油滴脱离开。

5. 观察标本 在观察时，宜两眼同时睁开。只准调节细调节螺旋，使镜筒微微上升或下降以调节焦点，绝不可以将镜头下降过度，以免造成破损。如果没有看清视野物像，一边移动标本片，一边观察，寻找合适的视野。边观察，边绘图和记录。

6. 擦镜 镜检完毕，将镜筒向上升起，取出玻片，在擦镜纸上滴取少量无水乙醇擦拭2次。最后将物镜转为“八”字形，并将集光器下降，再下降镜筒固定，套上防尘罩，用一只手掌握镜臂，另一手掌托镜座将显微镜归位。

【结果观察与分析】

分别绘制油镜下观察到的球菌、杆菌、螺形菌、真菌、衣原体、支原体、立克次氏体、螺旋体等的形态，绘制荚膜、芽胞、鞭毛、异染颗粒等的形态并注明物镜的放大倍数及总放大率。

☞【注意事项】☜

1. 保持显微镜的洁净，对金属部分不得轻易拆卸。保养时要用软布擦拭，镜头必须用

擦镜纸擦拭，切勿用手或用普通布、纸等，以免损坏镜头。

2. 使用油镜必须按先用低倍镜和高倍镜观察，再用油镜观察。下降镜头时，一定要从侧面注视。切忌用眼对着目镜，边观察边下降镜头的错误操作，以免压碎玻片及损坏镜头。

3. 显微镜放置的位置要防潮，同时避免阳光暴晒，避免腐蚀，勿接触强酸、强碱、三氯甲烷、乙醚等。

【问题与思考】

1. 用油镜观察时滴的是什么油？有什么作用？
2. 显微镜油镜的使用原理及操作要领有哪些？
3. 观察细菌形态时如何区分细菌和杂质？

(任向宇)

第一篇

医学免疫学实验

第一章 体液免疫相关的基本实验

抗体作为体液免疫主要的免疫效应物质，可以与抗原在体内或体外特异性的结合。在体内表现为体液免疫应答，可以介导杀菌、吞噬、中和毒素等作用。在体外一定条件下表现为凝集、沉淀等现象。因此，抗原抗体反应成为免疫治疗和免疫诊断的基础。免疫学基本实验在免疫学的发展中曾起到非常重要的作用。近些年，随着更迅速、更灵敏的技术出现，经典的免疫学实验方法逐渐被取代。但经典的免疫学实验在教学及基础研究中，仍具有广泛的应用价值。

第一节 抗原抗体反应的基本原理

抗原与相应的抗体在体内或体外发生特异性结合，生成免疫复合物的反应，称为抗原抗体反应。可以通过抗原和抗体在体外特异结合后出现的各种现象，对样品进行定性、定量的检测。

一、抗原抗体反应的基本原理

抗原与抗体能够特异性结合是由于抗原表位和抗体的互补决定区互相作用。目前认为4种分子间相互作用参与抗原抗体间的特异性结合，分别是疏水作用、氢键、静电引力、范德瓦尔斯力。抗原与抗体间有较强的亲和力，可结合为抗原抗体复合物，后者在环境因素的影响下，发生交联、聚集。表现为凝集、沉淀、溶解等肉眼可见的反应。

多数抗原为蛋白质，它们溶解在水中会形成胶体溶液，所以不会发生自然沉淀，抗原与抗体结合后，可以使亲水胶体转化为疏水胶体，当加入电解质后，可使疏水胶体相互聚集，进而形成肉眼可见的复合物。

二、抗原抗体反应的特点

1. 特异性 抗原与抗体的结合是特异性的，是由抗原表位与抗体互补决定区的化学组成和空间立体构型决定的。比如白喉抗毒素只能与白喉外毒素结合，不能与破伤风外毒素结合。大分子蛋白质常含有多种抗原表位，因此不同的抗原之间可以有共同抗原表位，产生交叉反应，对临床诊断可能产生干扰。

2. 可逆性 抗原抗体结合后形成的复合物在一定条件下可发生解离，而且解离后各自生物活性不变。抗原与抗体的结合是一种非共价键结合，结合虽然稳定但可逆。两者若亲和性高，则不易解离，反之容易解离。

3. 比例性 在抗原抗体特异性反应时，由于抗原一般是多价的，而抗体是2价的，所以只有当抗原抗体比例合适时，抗原抗体才会充分结合，产生的抗原抗体复合物最多，结果出现最快。抗体过多或抗原过多，都不能形成高度交联的抗原-抗体大分子复合物，不出现