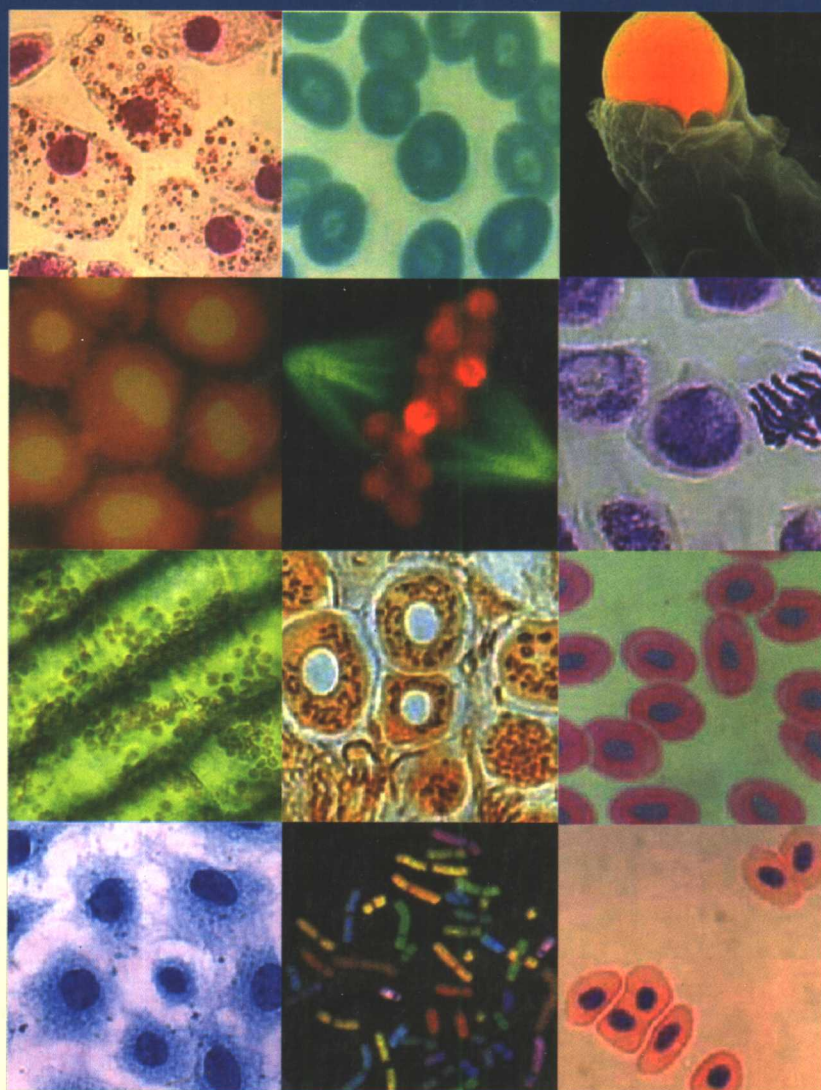


高等医学院校选用教材

# 细胞生物学实验

辛 华 主编



33

图书馆

科学出版社

高等医学院校选用教材

# 细胞生物学实验

辛 华 主编

科学出版社

2001

## 内 容 简 介

本书为高等医学院校细胞生物学实验教学用书,编入的实验共61个,内容涉及显微镜技术、细胞形态结构、细胞化学、酶细胞化学、免疫细胞化学、细胞生理、细胞增殖、细胞培养技术、细胞融合技术、细胞及细胞器分离技术、细胞化学成分的分离与测定、染色质与染色体技术、细胞毒理技术、原位杂交、细胞凋亡检测技术等内容。本书也适用于综合性大学、师范院校生物系本科生、研究生的细胞生物学实验课教学,也可作为教学和科研人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

细胞生物学实验/辛华主编.-北京:科学出版社,2001.2

(高等医学院校选用教材)

ISBN 7-03-008935-9

I. 细… I. 辛… III. 细胞学:生物学-实验-医学院校-教材

N. Q2-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第56658号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

|              |                  |
|--------------|------------------|
| 2001年2月第一版   | 开本:850×1168 1/16 |
| 2001年2月第一次印刷 | 印张:13 3/4 插页:8   |
| 印数:1-5 000   | 字数:268 660       |

定价:24.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 《细胞生物学实验》编委会

主 编 辛 华

副主编 邵红莲 车大年

编 委 (按姓氏笔画排列)

王 茜 王晓静 车大年 卞继峰

李伯勤 李继胜 辛 华 陈伟胜

邵红莲 高 选 栾瑞红 窦 薇

# 序

---

细胞是一切生物(包括人类)最基本的结构和功能单位。生命科学中的各个学科领域,甚至非生命科学的许多学科领域中的学者们,越来越多地投入到对细胞生命现象的研究。细胞是生命的载体,不理解细胞就不理解生命。在现代生命科学教学中,不设置细胞生物学课,所培养出来的学生就称不上是完全的生命科学家。在细胞生物学教学中,实验课不可或缺。实验课的基本任务是,让学生学习细胞生物学基本技术,使他们具有一定的实验操作技能,并培养他们树立独立设计实验的思考观念和进行科研的基本素质。

山东大学基础医学院细胞生物学教研室对细胞生物学教学一贯十分重视,特别是在细胞生物学实验课教学方面倾注了大量心血,取得了良好的教学效果,积累了丰富的实验课教学经验。教学集体在逐步实践积累的基础上,编写了这本《细胞生物学实验》课程教材。该教材除了具有一般实验课教材的共有特征外,尚独具特色。

首先,内容丰富。全书共编纂了61个实验,既包括常规的经典实验,又增添了一些现代细胞生物学技术,如细胞凋亡等方面的实验,具有先进性。教材所包括的实验之多,是国内同类教材所鲜见。教材对所有的实验作了分章归类,为授课教师根据情况选择实验提供了较充分的余地。

其次,可操作性强。教材所编入的实验90%以上是参编者根据自己亲自操作过的教学和科研实验归纳编写而成。对学生来说,可操作性强。各个实验的目的明确,原理交代清楚;编写行文简练、精要;实验结果指标明确,可引导学生通过实验独立地判断结果,作出结论。

再次,附图充足。全书共收编了50余幅插图,另附照片图96幅,图文配合紧密,便于学生验证对照,使教材的直观指导效果大为增强。

此外,各实验均附有具有启发性的思考题,有益于培养学生的独立思考能力。

《细胞生物学实验》是一本很好的实验课教材,可供生命科学各学科学生实验课选用。尤其,教材中所选用的实验材料主要来自动物和人体,故该教材亦适合于医学院校细胞生物学实验课选用。对于相关学科的教学和科研人员来说,也不失为是一本有实用价值的参考书。

韩贻仁

2000年11月

# 前 言

---

细胞生物学是一切生命科学的重要基础学科。近二十多年来,细胞生物学发展迅速,其研究成果广泛应用于基础医学和临床医学,是现代医学教育中重要的基础课程。掌握细胞生物学的实验研究方法对于从事基础医学和临床医学工作是十分必要的。

随着分子生物学等学科的迅速发展和渗透,细胞生物学的研究范畴不断拓宽,内容不断深化,在教学中要求知识不断更新,知识结构不断改善。为了适应当今我国医学教育改革的迫切需要,我们总结了多年来细胞生物学实验教学的工作经验,在教研室原实验讲义的基础上,反复修改补充,力求系统性、先进性、可行性和实用性,主要针对本科生细胞生物学实验教学的需要而编写的,其中部分实验适用于研究生教学。本书编入的实验方法是教学和科研工作中应用较多的、具有一定先进性的方法。所选入的实验方法和实验材料力求体现多样性和多层次性。

本书共编入实验 61 个,内容涉及显微镜技术、细胞显微结构、细胞超微结构、细胞化学、细胞生理、细胞培养、细胞的增殖、细胞工程、染色体技术、细胞毒理技术、细胞凋亡检测等方面。实验项目之间相互衔接,对每个实验项目的实验原理、技术方法以及注意事项都有充分的阐述,并有可选择的作业、思考题,书中还附有許多图片和照片,以加强学生的感性认识。本书注重体现理论意义和实际应用价值,编入的实验项目较多,在应用本书时可根据各实验室的条件酌情选用。

本书适用于医学院校、综合性大学本科生和研究生的细胞生物学实验课教学,也可作为从事细胞生物学教学和科研人员的参考用书。

敬请同行和专家对该书提出批评和建议,我们将在今后的教学实践中不断补充和完善教材内容,以适应细胞生物学教学和科研的需要。

本书的编写得到了汝明权教授的指导,在此表示感谢。

编 者

山东大学基础医学院细胞生物学教研室

2000 年 8 月于济南

# 细胞生物学实验规则

## 一、细胞生物学实验课的目的和要求

细胞生物学实验是整个细胞生物学教学的重要组成部分,既与课堂讲授的理论部分有密切关系,又有它独特的目的和要求。

1. 实验是科学理论的实践与论证,通过实验,使学生了解细胞生物学知识和理论的由来。通过感性知识,加深对理性知识的理解。
2. 通过具体的实验操作,使学生掌握细胞生物学的基本实验方法和技能,锻炼学生的动手能力。
3. 通过实验,培养学生观察、比较、分析、综合等科学思维能力,以及独立工作的能力和实事求是的科学作风。
4. 使学生掌握书写实验报告、生物绘图、制表等方面的基本知识。

## 二、实验的进行程序和要求

1. 预习 学生在课前应认真预习实验指导以及教材有关章节,必须对该次实验的目的要求、实验内容、基本原理和操作方法有一定的了解。
2. 看录像 每个实验之前,一般先看录像,以便对实验内容有概括了解。
3. 讲解 教师对该实验内容的安排及注意事项进行讲解,让学生有充分的时间按实验指导的要求进行独立操作与观察。
4. 独立操作与观察 除个别实验分组进行外,一般由学生个人独立进行操作和观察。在实验中要按实验指导认真操作,仔细观察,作好记录。有关基本技能的训练,要按操作程序反复练习,以达到一定的熟练程度。
5. 示教 每次的实验都备有示教内容,其目的是帮助学生了解某些实验中的难点,扩大在实验课有限时间内获得更多感性知识的机会。
6. 作业 实验报告必须强调科学性,实事求是地记录、分析、综合。在实验结束时呈交。学生应认真阅读教师批改后的实验报告,不断提高实验质量。
7. 小结 实验结束后,由师生共同小结本次实验的主要收获及今后应注意的问题。

## 三、实验规则和注意事项

1. 每次上课前,必须认真阅读实验指导,明确本次实验的目的要求、实验原理和注意事项,熟悉实验内容、方法和步骤。
2. 上实验课时必须携带实验指导、实验报告纸及绘图文具等。进入实验室要穿好工作服,按规

定座位入座。

3. 实验前,要认真检查所用仪器、药品是否完好、齐备,如有缺损应及时向教师报告,自己不得随意调换标本、仪器等。

4. 实验时要遵守纪律,听从教师指导,保持肃静。有问题时举手提问,严禁彼此谈笑喧哗或随意走动,也不得私自进行其他活动。

5. 实验时要遵守实验操作规程,严格按照教师的安排和实验指导的要求进行。操作要正规,观察要认真仔细,边做、边看、边想,及时完成实验报告。

6. 要爱护仪器、标本和器材设备,注意节约实验材料、药品和水电。如有损坏器材应立即报告,并主动登记、说明情况。

7. 实验结束后,应清理实验台面,认真清理好仪器、药品及其他用品,放回原处,放好凳子,方可离开实验室。值日生要负责清扫地面,收拾实验用品,处理垃圾,关好水、电、门窗后再离开。

山东大学基础医学院细胞生物学教研室



# 目 录

序

前言

细胞生物学实验规则

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>第一章 光学显微镜技术</b> ..... | (1)  |
| 实验一 普通光学显微镜的结构和使用 .....  | (1)  |
| 实验二 特殊显微镜的原理和应用 .....    | (7)  |
| 实验三 显微摄影技术 .....         | (13) |
| <b>第二章 电子显微镜技术</b> ..... | (19) |
| 实验四 透射电子显微镜 .....        | (19) |
| 实验五 透射电子显微镜样品制备 .....    | (22) |
| 实验六 扫描电子显微镜 .....        | (28) |
| 实验七 扫描电子显微镜样品制备 .....    | (30) |
| <b>第三章 细胞的形态结构</b> ..... | (32) |
| 实验八 细胞的形态结构 .....        | (32) |
| 实验九 细胞的显微测量 .....        | (39) |
| 实验十 细胞的超微结构 .....        | (42) |
| <b>第四章 细胞生理</b> .....    | (46) |
| 实验十一 细胞运动 .....          | (46) |
| 实验十二 胞质环流 .....          | (47) |
| 实验十三 细胞吞噬 .....          | (48) |
| 实验十四 细胞吞饮 .....          | (50) |
| 实验十五 细胞膜的通透性 .....       | (51) |
| 实验十六 死活细胞鉴别 .....        | (52) |
| <b>第五章 细胞化学</b> .....    | (55) |
| <b>第一节 细胞化学</b> .....    | (55) |
| 实验十七 糖类细胞化学 .....        | (60) |
| 实验十八 脂类细胞化学 .....        | (64) |
| 实验十九 蛋白质细胞化学 .....       | (65) |
| 实验二十 核酸细胞化学 .....        | (67) |
| <b>第二节 酶细胞化学</b> .....   | (72) |
| 实验二十一 酶细胞化学 .....        | (73) |

|   |       |
|---|-------|
| 第三节 荧光细胞化学 .....                          | (78)  |
| 实验二十二 吖啶橙(acridine orange, AO)荧光染色法 ..... | (80)  |
| 第四节 免疫细胞化学 .....                          | (81)  |
| 实验二十三 免疫细胞化学 .....                        | (84)  |
| <b>第六章 细胞增殖</b> .....                     | (87)  |
| 实验二十四 无丝分裂与有丝分裂 .....                     | (87)  |
| 实验二十五 减数分裂 .....                          | (92)  |
| <b>第七章 细胞培养技术</b> .....                   | (97)  |
| 第一节 细胞培养的基本原理与技术 .....                    | (97)  |
| 实验二十六 细胞培养的基本技术 .....                     | (98)  |
| 第二节 细胞培养的方法 .....                         | (105) |
| 实验二十七 原代细胞培养 .....                        | (105) |
| 实验二十八 细胞传代培养 .....                        | (108) |
| 第三节 体外培养细胞的观察 .....                       | (111) |
| 实验二十九 培养细胞的生长特征与形态分型 .....                | (111) |
| 实验三十 培养细胞的固定染色标本制备 .....                  | (115) |
| 实验三十一 细胞的计数方法 .....                       | (117) |
| 第四节 培养细胞增殖动力学 .....                       | (119) |
| 实验三十二 生长曲线的测定 .....                       | (119) |
| 实验三十三 分裂指数测定 .....                        | (121) |
| 实验三十四 克隆(集落)形成试验 .....                    | (122) |
| 第五节 细胞的冻存技术 .....                         | (124) |
| 实验三十五 培养细胞的冻存、复苏与运输 .....                 | (124) |
| <b>第八章 细胞工程</b> .....                     | (127) |
| 实验三十六 鸡血细胞的融合 .....                       | (127) |
| 实验三十七 培养细胞的融合 .....                       | (129) |
| 实验三十八 早熟染色体凝集(PCC)的诱导和观察 .....            | (131) |
| 实验三十九 淋巴细胞的分离纯化 .....                     | (134) |
| 实验四十 死活细胞分离 .....                         | (136) |
| 实验四十一 细胞器的分离 .....                        | (137) |
| <b>第九章 细胞化学成分的分离与测定</b> .....             | (140) |
| 实验四十二 蛋白质 SDS-PAGE 凝胶电泳 .....             | (140) |
| 实验四十三 真核细胞基因组 DNA 的提取 .....               | (142) |
| 实验四十四 真核细胞 RNA 的提取 .....                  | (144) |
| <b>第十章 染色质与染色体</b> .....                  | (147) |
| 实验四十五 X 染色质标本制备与观察 .....                  | (147) |
| 实验四十六 Y 染色质标本制备与观察 .....                  | (150) |
| 实验四十七 间期核内核仁组织区(NOR)的银染显示 .....           | (152) |

|             |                          |              |
|-------------|--------------------------|--------------|
| 实验四十八       | 人外周血淋巴细胞染色体制备 .....      | (153)        |
| 实验四十九       | 贴壁培养细胞染色体标本制备 .....      | (156)        |
| 实验五十        | 人类骨髓细胞染色体标本制备 .....      | (158)        |
| 实验五十一       | 小鼠骨髓细胞染色体标本制备 .....      | (160)        |
| 实验五十二       | 染色体显带技术 .....            | (161)        |
| 实验五十三       | 核型分析 .....               | (164)        |
| 实验五十四       | 人类染色体 NOR 银染显示 .....     | (167)        |
| 实验五十五       | 高分辨染色体标本制备 .....         | (168)        |
| <b>第十一章</b> | <b>细胞遗传毒理技术 .....</b>    | <b>(171)</b> |
| 实验五十六       | 姊妹染色单体交换试验 .....         | (171)        |
| 实验五十七       | 小鼠骨髓嗜多染红细胞微核测定 .....     | (174)        |
| 实验五十八       | 小鼠雄性生殖细胞微核标本制备与观察 .....  | (176)        |
| <b>第十二章</b> | <b>流式细胞术 .....</b>       | <b>(178)</b> |
| 实验五十九       | 流式细胞技术 .....             | (178)        |
| <b>第十三章</b> | <b>原位杂交技术 .....</b>      | <b>(183)</b> |
| 实验六十        | 原位杂交 .....               | (184)        |
| <b>第十四章</b> | <b>细胞凋亡 .....</b>        | <b>(188)</b> |
| 实验六十一       | 细胞凋亡检测方法 .....           | (189)        |
| <b>附录</b>   | <b>英汉细胞生物学技术词汇 .....</b> | <b>(200)</b> |

# 彩色图谱目录

(标本由本教研室提供,由辛华和邵红莲整理拍摄)

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 一、细胞的形态结构..... I     | 六、荧光细胞化学..... V         |
| 图 1-1 多边形扁平上皮细胞      | 图 6-1 显示细胞内 DNA、RNA     |
| 图 1-2 小肠柱状上皮细胞       | 七、免疫细胞化学..... V         |
| 图 1-3 脊髓神经细胞         | 图 7-1 显示胰岛细胞            |
| 图 1-4 体外培养的新生鼠脊髓神经细胞 | 图 7-2 显示神经元             |
| 图 1-5 人的红细胞、白细胞      | 八、细胞增殖..... V           |
| 图 1-6 小鼠精子           | 图 8-1 动物细胞有丝分裂末期收缩环     |
| 二、光镜下的细胞器..... II    | 图 8-2 无丝分裂              |
| 图 2-1 高尔基体           | 图 8-3 植物细胞有丝分裂间期、前期、末期  |
| 图 2-2 线粒体            | 图 8-4 植物细胞有丝分裂中期、后期     |
| 图 2-3 中心体            | 图 8-5 植物细胞有丝分裂前期        |
| 图 2-4 尼氏体(粗面内质网)     | 图 8-6 植物细胞有丝分裂中期        |
| 三、细胞生理..... III      | 图 8-7 植物细胞有丝分裂后期、末期     |
| 图 3-1 白细胞吞噬细菌        | 图 8-8 植物细胞有丝分裂末期        |
| 图 3-2 死、活细胞          | 图 8-9 动物细胞分裂间期          |
| 四、细胞化学..... IIII     | 图 8-10 动物细胞有丝分裂前期       |
| 图 4-1 显示细胞内糖原        | 图 8-11 动物细胞有丝分裂中期侧面观    |
| 图 4-2 显示黏多糖          | 图 8-12 动物细胞有丝分裂中期极面观    |
| 图 4-3 显示细胞内脂类        | 图 8-13 动物细胞有丝分裂后期       |
| 图 4-4 显示细胞核内碱性蛋白     | 图 8-14 动物细胞有丝分裂末期       |
| 图 4-5 显示细胞内酸性蛋白      | 图 8-15 精原细胞             |
| 图 4-6 显示细胞内微丝束分布     | 图 8-16 减数分裂前期 I 细线期、偶线期 |
| 图 4-7 显示细胞内 DNA 分布   | 图 8-17 减数分裂前期 I 粗线期     |
| 图 4-8 显示细胞内 DNA、RNA  | 图 8-18 减数分裂前期 I 双线期     |
| 图 4-9 显示神经细胞         | 图 8-19 减数分裂前期 I 终变期     |
| 五、酶细胞化学..... IV      | 图 8-20 减数分裂中期 I         |
| 图 5-1 显示细胞内酸性磷酸酶     | 图 8-21 减数分裂后期 I 侧面观     |
| 图 5-2 显示细胞内过氧化物酶     | 图 8-22 减数分裂中期 II 极面观    |
| 图 5-3 显示细胞内琥珀酸脱氢酶    | 图 8-23 减数分裂后期 II        |

|                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 图 8-24 精细胞                | 图 13-9 凋亡细胞表面               |
| 九、细胞培养 ..... IX           | 图 13-10 凋亡细胞核染色质边集现象        |
| 图 9-1 上皮型细胞               | 图 13-11 凋亡小体                |
| 图 9-2 成纤维型细胞              | 图 13-12 DNA 电泳图谱            |
| 图 9-3 多形型细胞               | 图 13-13 凋亡细胞周期直方图           |
| 十、细胞融合 ..... X            | 十四、原位杂交 ..... XIV           |
| 图 10-1 融合的鸡血细胞            | 图 14-1 人 D 组染色体原位杂交         |
| 图 10-2 同种细胞融合的染色体提前凝集     | 图 14-2 人 1 号染色体原位杂交         |
| 十一、染色质与染色体 ..... X        | 十五、细胞的超微结构 ..... XIV        |
| 图 11-1 X 染色质              | 图 15-1 人红细胞质膜超微结构           |
| 图 11-2 人类染色体              | 图 15-2 粗面内质网及核蛋白体超微结构       |
| 图 11-3 人类染色体              | 图 15-3 滑面内质网超微结构            |
| 图 11-4 人外周血淋巴细胞 G 分带染色体   | 图 15-4 高尔基复合体超微结构           |
| 图 11-5 人外周血淋巴细胞中期染色体示 SCE | 图 15-5 初级溶酶体超微结构            |
| 十二、细胞毒理 ..... XI          | 图 15-6 次级溶酶体超微结构            |
| 图 12-1 初级精母细胞中的微核         | 图 15-7 溶酶体及其内包的线粒体超微结构      |
| 图 12-2 次级精母细胞中的微核         | 图 15-8 多泡体超微结构              |
| 图 12-3 早期精细胞中的微核          | 图 15-9 过氧化物酶体(内含结晶状类核体)超微结构 |
| 图 12-4 三头畸形精子             | 图 15-10 线粒体与其嵴膜上的基粒超微结构     |
| 十三、细胞凋亡 ..... XI          | 图 15-11 多聚核糖体超微结构           |
| 图 13-1 凋亡细胞染色质新月形边集现象     | 图 15-12 微管与微丝超微结构           |
| 图 13-2 凋亡小体               | 图 15-13 中心粒与中心粒横切超微结构       |
| 图 13-3 凋亡小体               | 图 15-14 核膜及核膜孔超微结构          |
| 图 13-4 凋亡小体               | 图 15-15 冰冻蚀刻法显示核膜及核膜孔超微结构   |
| 图 13-5 凋亡细胞               | 图 15-16 细胞核及核仁超微结构          |
| 图 13-6 凋亡小体               |                             |
| 图 13-7 正常肝癌细胞表面           |                             |
| 图 13-8 凋亡的肝癌细胞表面          |                             |

# 第一章

## 光学显微镜技术

显微镜是观察微观世界的重要工具,没有它也就无法打开微观世界的大门。随着现代科学技术的发展,显微镜的种类越来越多,性能更加完善,使用范围也越来越广泛,不仅可以用来观察细胞形态和内部结构,而且,还可以通过与其他技术的结合,进行细胞化学成分的定位、定性、定量以及物质代谢、细胞生理、免疫和遗传等功能方面的研究,是基础医学和临床医学研究中用途最广的一类仪器。学习和掌握普通光学显微镜的结构原理和操作方法,是每个现代医学生必须掌握的基本技能。本章还将介绍几种常用于特殊研究的显微镜的结构原理、应用以及显微摄影技术,以拓宽学生的视野,为研究生提供技术方法。

### 实验一 普通光学显微镜的结构和使用

#### 【目的要求】

- (1) 熟悉显微镜的结构和各部件性能。
- (2) 掌握低倍镜、高倍镜的正确使用方法,熟悉油镜的使用方法。

#### 【实验原理】

成像原理(图 1-1):标本(F1)置于聚光器与物镜之间,目镜、物镜、聚光器各自相当于一个凸透镜。平行的光线自反射镜折射入聚光器,光线经聚光器集聚增强,照射在标本上。标本的像经物镜放大成像于F2处,但像是倒像。目镜将此倒像进一步放大成像于人眼的视网膜上(F3)——正像。

#### 【实验用品】

- (1) 器材:普通光学显微镜(microscope)、擦镜纸(lens paper)。

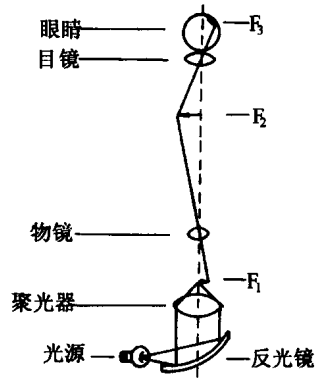


图 1-1 显微镜成像原理图

(2) 试剂: 香柏油(cedar wood oil)、二甲苯(xylenol)。

(3) 标本片: A 字装片、羊毛交叉装片、人血涂片。

### 【内容与方法】

#### (一) 普通光学显微镜的构造

光学显微镜由三部分组成: 机械部分、光学部分和照明部分(图 1-2)。

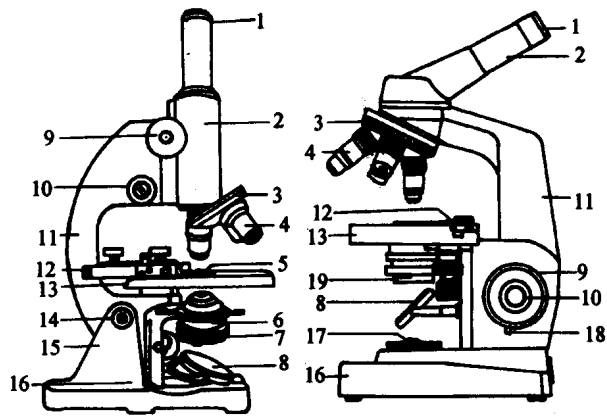


图 1-2 普通光学显微镜结构示意图

1. 目镜 2. 镜筒 3. 物镜转换器 4. 物镜 5. 通光孔 6. 聚光器 7. 光圈 8. 反光镜 9. 粗调节器 10. 细调节器 11. 镜臂 12. 移片器 13. 载物台 14. 倾斜关节 15. 镜柱 16. 镜座 17. 照明装置 18. 粗调限位环凸柄 19. 滤光片框

#### 1. 机械部分

(1) 镜座(base): 显微镜的基座。起稳定和支持整个镜身的作用。有的显微镜在镜座内装有照明光源等构造。

(2) 镜柱(pillar):连接镜座和镜臂的短柱。

(3) 镜臂(arm):镜柱上方弯曲部分,支持镜筒和镜台,拿镜时手握此臂。镜筒直立式光镜在镜臂和镜柱之间有一可活动的关节叫倾斜关节,可使镜臂作适当倾斜,便于观察。但使用时倾斜度一般不应超过 $45^{\circ}$ ,以免失去重心而翻倒。镜筒倾斜式显微镜由于镜臂和镜柱连为一体,故无此关节。

(4) 镜筒(light tube):位于镜臂前方的圆筒,上端安装目镜,下端装有旋转盘。根据镜筒的数目,光镜可分为单筒式和双筒式两类,单筒式又分直立式和倾斜式两种,而双筒式的镜筒均为倾斜的。

(5) 载物台(stage):在镜筒下方,方形或圆形,放玻片标本用。载物台中央有一圆形通光孔,两旁各有一压片夹。有的载物台上装有标本移动器,移动器上装有弹簧夹,用于固定标本片。移动器的一侧有两个旋钮,转动旋钮可使玻片前后左右移动。

(6) 物镜转换器(旋转盘)(nosepiece):圆盘状,在镜筒下方,其上装有3~4个放大倍数不同的物镜。旋转物镜转换器可更换物镜。物镜转换器的内缘有一“T”形卡,用于对准和固定物镜位置,使物镜和光轴同心(合轴)。

(7) 调节器(regulator):组装在镜臂前方或镜柱两侧的一对大小旋钮,为调节焦距之用。

大旋钮为粗调节器,转动粗调节钮可使镜筒(或载物台)升降,调节焦距。旋转一周可使镜筒(或载物台)升降10mm。一般用于低倍镜调焦。

小旋钮为细调节器,转动细调节钮可使镜筒(或载物台)缓慢升降,每旋转一周约使镜筒(或载物台)升降0.1mm。适用于高倍镜、油镜或分辨物象清晰度调焦。

## 2. 照明部分

(1) 反光镜(reflecting mirror):载物台下方,镜柱前面的一个圆镜。一面为平面,一面为凹面。平面镜聚光力弱,适于强光源和平行光源。凹面镜聚光力强,适用于弱光源或散射光源。反射镜的方位可以随意调节。

(2) 聚光器(condensor):在载物台下方,由一组透镜组成,可使反射光线聚集于标本上。一般在镜柱一侧有一旋钮,可使聚光器升降,和物镜配合使用。

(3) 光圈(aperture):在集光器下方,由一组活动金属片组成,构成一个可开可缩的孔。在其外侧有一小柄,可以调节控制光线通过。在光圈的下方常装有滤光片架,可以放置不同颜色的滤光片。

## 3. 光学部分

(1) 目镜(eyepieces):短圆筒状,装在镜筒上端,其上刻有放大倍数,每台显微镜常备有3~4只放大倍数不同的目镜,如 $5\times$ 、 $10\times$ 、 $15\times$ 等。眼睛通过目镜观察物像。

(2) 物镜(objectives):装在物镜转换器上的一组镜头,一般有低倍镜、高倍镜、油镜三种。每个物镜上刻有相应的标记。低倍镜筒上刻有 $10\times$ 或 $15\times$ 等标志,高倍



镜筒上刻有 40× 或 45× 标志。油镜上一般为 100×。N. A. 表示镜口率, 镜口率反映镜头分辨力的大小, 其数字越大, 表示分辨力越高(图 1-3)。

各种物镜的比较见表 1-1:

表 1-1 三种物镜的比较

| 镜头  | 镜身 | 镜面 | 放大倍数 | 镜口率  | 工作距离(mm) |
|-----|----|----|------|------|----------|
| 低倍镜 | 短  | 大  | 10   | 0.3  | 7        |
| 高倍镜 | 较长 | 较小 | 40   | 0.5  | 0.5      |
| 油镜  | 长  | 小  | 100  | 1.25 | 0.2      |

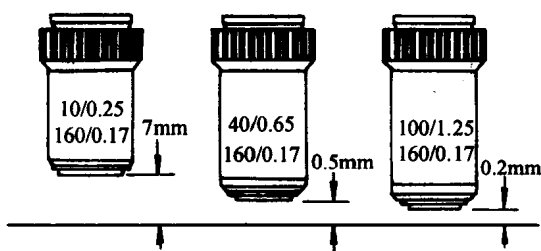


图 1-3 三种物镜及其工作距离

注: 分辨力(resolving power): 也叫分辨率或分辨本领, 指能把两个物点分开的最小距离的能力。这两点之间的距离即为其分辨力, 这个距离越近, 其分辨率越高。显微镜的分辨力依下列公式来计算:

$$R = 0.61\lambda / N. A. \quad (N. A. = n \cdot \sin\theta)$$

上式中  $R$  为分辨力,  $N. A.$  为镜口率,  $n$  为介质的折射率,  $\sin\theta$  为透镜视锥半顶角的正弦,  $\lambda$  为光波波长。

放大倍数的计算:

$$\text{实物放大倍数} = \text{物镜放大倍数} \times \text{目镜放大倍数}$$

## (二) 显微镜的使用方法

### 1. 低倍镜的使用

(1) 检查: 右手握镜臂, 从镜箱内取出显微镜, 左手托镜座, 轻轻放在实验桌上。先检查一下显微镜各部件有无损坏, 如发现有损坏或性能不良者, 立即报告教师请求处理。

(2) 准备: 将显微镜放于前方略偏左侧, 必要时使镜筒倾斜(有的显微镜本身已经倾斜)以便观察。转动粗调节钮, 将镜筒略升高(或将载物台下降)使物镜与载物台距离略拉开。再旋转物镜转换器, 将低倍镜对准载物台中央的通光孔(可听到“咔哒”声)。