

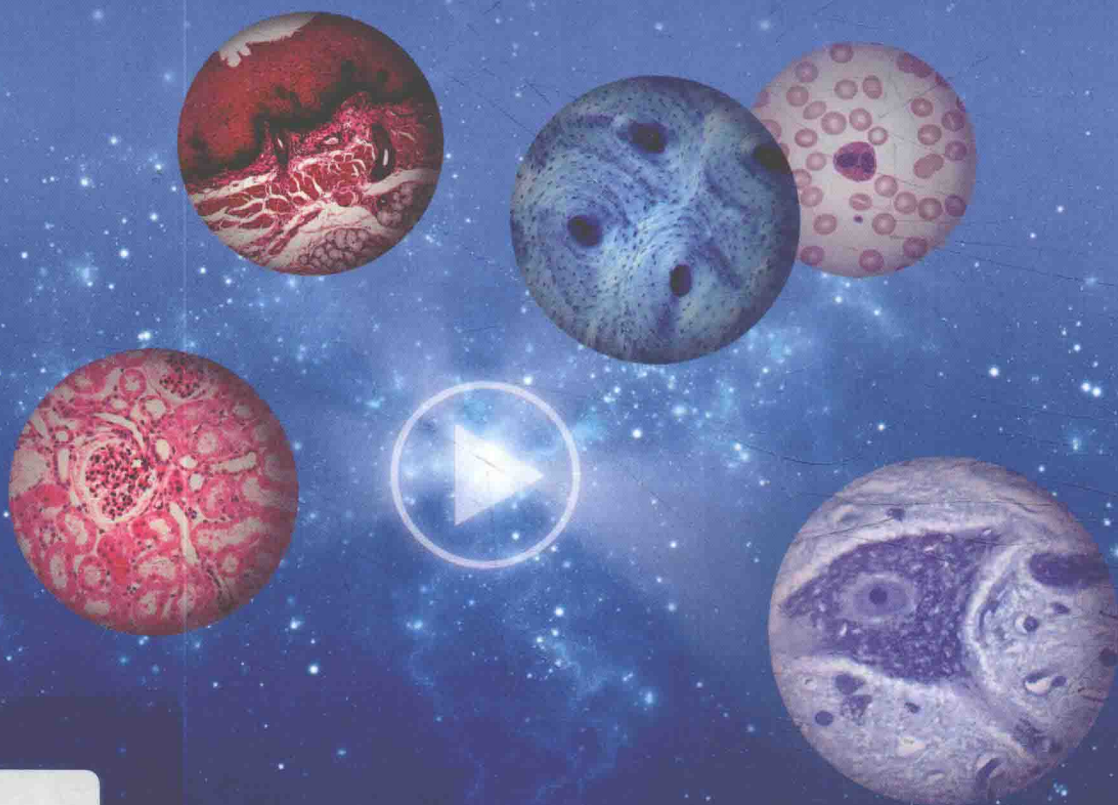
组织学与胚胎学 实验指导

彩色图谱及微视频

主 审 曾园山

主 编 卢晓晔 夏潮涌

副主编 常 青 程 欣



人民卫生出版社

组织学与胚胎学 实验指导

彩色图谱及微视频

主 审 曾园山

主 编 卢晓晔 夏潮涌

副主编 常 青 程 欣

编 者 (以姓氏笔画为序)

马征来 (暨南大学医学院)

王 广 (暨南大学医学院)

卢晓晔 (暨南大学医学院)

冯 英 (华南理工大学医学院)

李彩霞 (广州中医药大学基础医学院)

任彩霞 (北京大学医学部基础医学院)

刘俊文 (中南大学湘雅医学院)

汪 琳 (武汉大学基础医学院)

杜宝玲 (广州医科大学基础学院)

杨雪松 (暨南大学医学院)

郭家松 (南方医科大学基础医学院)

钟近洁 (新疆医科大学基础医学院)

贾 琴 (广东药科大学基础学院)

夏潮涌 (暨南大学医学院)

常 青 (暨南大学医学院)

程 欣 (暨南大学医学院)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学实验指导: 彩色图谱及微视频 / 卢晓晔, 夏潮涌主编. —北京: 人民卫生出版社, 2017

ISBN 978-7-117-24638-5

I. ①组… II. ①卢…②夏… III. ①人体组织学—实验—医学院校—教学参考资料②人体胚胎学—实验—医学院校—教学参考资料 IV. ①R32-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 173808 号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

组织学与胚胎学实验指导 彩色图谱及微视频

主 编: 卢晓晔 夏潮涌

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17

字 数: 414 千字

版 次: 2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-24638-5/R·24639

定 价: 69.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

主审简介



曾园山

医学博士、教授和博士生导师。现任中山大学组织胚胎学教研室主任、广东省组织学与胚胎学资源共享课程负责人、中山大学脊髓损伤研究所副所长、中国解剖学会常务理事、广东省解剖学会理事长、广东省细胞生物学会副理事长、广东省人体生物组织工程学会副理事长和解剖学研究杂志副主编。

1977 年从事组织学与胚胎学教学工作至今。主编本专业教材 12 本, 副主编教材专著 6 本。主持国家自然科学基金重点项目和教育部优先发展领域项目等研究课题。在中文学术期刊上发表学术论文 101 篇。在国际学术期刊上发表学术论文 50 篇。获国家卫生部科技进步奖三等奖 1 项、国家发明专利授权三项。获国务院特殊津贴专家荣誉、柯麟医学奖、南粤优秀教师奖和宝钢优秀教师奖。



主编简介



卢晓晔

医学博士,教授。现在暨南大学医学院组织学与胚胎学系任教,硕士生导师。

从事组织胚胎学教学工作 28 年,积累了丰富的教学经验。近年来致力于组织胚胎学教学改革方面的探索,主持省级教改课题 2 项,校内教改课题 3 项。科研方向为胚胎发育与肿瘤组织发生。已发表科研及教学论文 40 余篇,参编教材 8 本。



夏潮涌

医学硕士,教授。现任广州暨南大学医学院显微形态实验室主任、“中国体视学学会”常务理事、《中国体视学与图像分析》杂志编委。

1980 年始从事人体解剖学、组织学与胚胎学的教学和科研工作至今。专注于组织原位细胞形态与化学物质含量定量分析方法的探索和研究。



副主编简介



常青

医学博士,教授。1986 年始从事组织学与胚胎学教学和科研工作至今。主编(或副主编)本专业教材 3 本,参编本专业或相关专业教材、专著 10 余本。主要从事心血管疾病发病机制及干预因素方面的研究。主持完成(或参与完成)国家自然科学基金项目 4 项,省部级课题 5 项,厅局级课题若干项。发表科研及教学论文 50 余篇。



程欣

医学博士,副教授。现在暨南大学医学院组织学与胚胎学系任教,硕士生导师。从事组织胚胎学教学工作 18 年,积累了丰富的教学经验。近年来主持省级教改课题 1 项,校内教改课题 9 项。研究方向主要为胚胎的早期发育,关注环境因素、环境化合物对于胚胎器官形成的影响。发表科研及教学论文 30 余篇,参编组织学与胚胎学教材 5 本。



前言

随着高等教育信息化的逐步深入, 教学理念及教学方式发生了巨大的变化。近年来, 组织学与胚胎学的实验教学不再只依赖实体显微镜和传统的组织切片, 采用数字化标本和实景仿真显微镜进行实验教学已成为大势所趋, 将传统教学与数字化教学有效整合的混合式教学模式逐渐被大家关注。

本教材是传统纸质书与现代数字化技术结合的融合性教材, 共设置 20 章, 内容包含组织学各章节及胚胎发生总论, 通过文字、图片及微视频进行标本观察指导; 还在每章末增加了同步练习, 帮助学生巩固所学知识, 并考察学习效果。该教材可供学习组织学与胚胎学课程的医学生同步学习、复习或自学使用, 也可供研究生、教师参考。

本教材具有以下特点:

1. 可直接浏览文字和图片, 并通过扫描二维码观看微视频, 实现了纸质书与电子书的优势互补, 更加符合学生的阅读习惯。

2. 包含多种显微成像技术获得的图像 300 余幅, 涵盖了本科教学的基本内容; 图片均为数字化的显微图像, 分辨率高, 色彩逼真, 多角度真实地反映细胞、组织和器官的微细结构。

3. 包含微视频 61 段, 主要针对教学中的重点及难点进行观察指导。让学生犹如身临其境实验课室内, 聆听和观看老师讲解显微镜下的结构。

4. 本教材编写侧重基础理论和基础知识的掌握, 部分内容有适当拓展, 如在绪论中增加了分辨率、图像放大倍数、图像品质及其相互关系等内容, 简介了数字化标本及其制作, 以便读者能充分了解数字化标本和数字化图像的优势; 胚胎发生总论部分, 作者将自身科研工作融入教学中, 利用显微镜下实时时光流逝 (timelaps) 拍摄技术, 呈现出早期胚胎发育三胚层形成过程中细胞迁移过程。

全书经由中山大学中山医学院曾园山教授审阅, 在此对他的大力支持表示衷心感谢。

编写融合性教材对我们来说是全新的尝试, 因此, 尽管编者做了大量的工作, 但由于能力、时间和资源所限, 教材中的疏漏和不足在所难免, 恳请使用本教材的教师和同学批评指正。

主编

2017 年 6 月

目 录

第 1 章	绪论	1
第 2 章	上皮组织	30
第 3 章	固有结缔组织	44
第 4 章	血液	53
第 5 章	软骨和骨	59
第 6 章	肌组织	72
第 7 章	神经组织	82
第 8 章	神经系统	92
第 9 章	眼和耳	107
第 10 章	循环系统	119
第 11 章	皮肤	135
第 12 章	免疫系统	143
第 13 章	内分泌系统	156
第 14 章	消化管	167
第 15 章	消化腺	190
第 16 章	呼吸系统	210
第 17 章	泌尿系统	220
第 18 章	男性生殖系统	232
第 19 章	女性生殖系统	241
第 20 章	胚胎发生总论	255

第1章

绪论 (introduction)

实验目的

1. 掌握机体微细结构的特征和学习方法, 熟悉机体微细结构的呈现与观察方式。
2. 了解组织学与胚胎学实物标本和数字化标本的常用制作技术与过程。

实验内容

一、微观结构与显微镜

(一) 微观结构

组织学是阐释机体微观组织结构的形态、毗邻关系及其相关功能的科学。微观结构(microstruture)即人眼需借助工具才能观察到的结构。观察微观结构形态的工具统称显微镜(microscope), 既包括观察电磁波与组织细胞相互作用产生几何图案的光学显微镜和电子显微镜, 又包括观察微细探针与微观结构之间相互作用的原子力大小、隧道电流高低、超声反射强弱等分布图案的原子力显微镜、扫描隧道显微镜、超声波扫描显微镜和近场光学显微镜等。前者是生命科学、医学中最常使用的观察有机体微观结构形态及其毗邻关系的工具。

微观结构的大小通常以毫米(millimeter, mm)、微米(micrometer, μm)和纳米(nanometer, nm)三级参数表述, 它们之间的关系如下:

$$1/1000 \text{ 毫米(mm)} = 1 \text{ 微米}(\mu\text{m}) = 1000 \text{ 纳米(nm)}$$

(二) 组织细胞的光镜与电镜观察

传统光学显微镜放大成像的能供人眼识别的微观结构称光镜结构, 对生物有机体主要是指细胞水平的微细结构(micro-structure); 电子显微镜放大成像提供给人眼观察和识别的微观结构称电镜结构, 也称超微结构(ultramicrostructure), 它和超分辨率显微镜一样能给人眼提供观察与识别亚细胞和生物大分子水平的微细结构。

为能观察到更清晰的有机体组织或细胞的微细结构, 通常需对欲观察的组织或细胞预先进行染色, 以便区分不同的组织、细胞和细胞器。光学显微镜观察的标本经染色后, 在镜下大多呈现彩色的景象, 电子显微镜观察的标本都呈现不同灰度的黑白景象。图 1-1 是光镜和电镜观察淋巴细胞的拼合图。左图为 Wright 染色, 光镜成像, 彩色图, 放大倍数远不如电镜成像; 右图为醋酸双氧铀和枸橼酸铅染色, 透射电镜成像, 黑白灰度图, 放大倍数比光镜成像大许多。

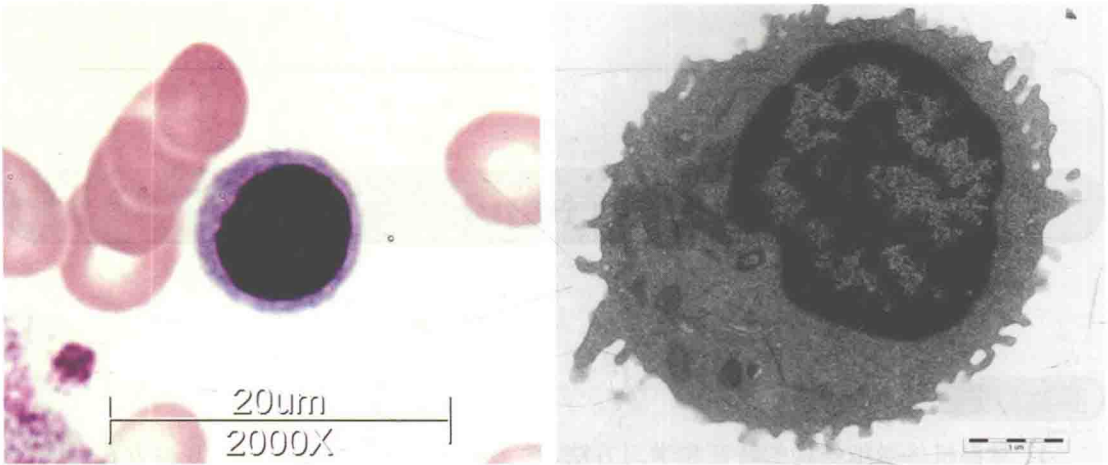


图 1-1 光镜与电镜观察细胞的图像比较

(三) 光学显微镜与实景仿真显微镜

1. 光学显微镜 光学显微镜是学习组织学与胚胎学等显微形态学科的重要工具，各生产厂家出产的光学显微镜的原理都大同小异，但是，其外观和构造因主要用途的不同而相差很大(图 1-2)。

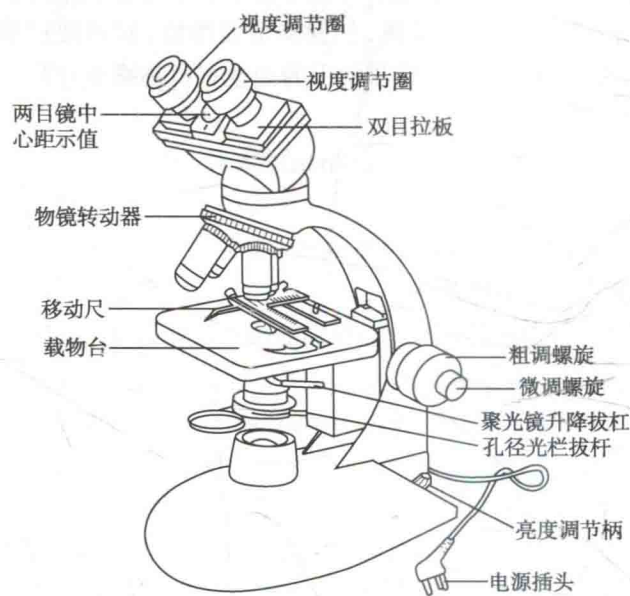


图 1-2 双目正置显微镜
适用于载玻片标本的普通明视场观察

2. 实景仿真显微镜 随着显微成像、互联网和移动通讯技术的发展,直接观察光学显微镜学习机体微细结构的知识已经不是唯一途径了,数字化标本以及实景仿真显微镜为我们课堂内、外学习机体微细结构的知识提供了更多的时间、更广泛的空间和更充足的资源。实景仿真显微镜就是利用专门的软件技术,对数字化个体、器官、组织和细胞标本的图像模仿实体显微镜目镜视野的景象进行浏览和观察(视频 1-1)。



视频 1-1 虚拟载玻片与实景仿真显微镜

二、微观结构成像与分辨率

(一) 微观结构成像

微观结构均需经光学显微镜或电子显微镜有效放大成像才能为人眼识别,其成像放大能力的强弱取决于其成像物镜的分辨率高低。通常,光学显微镜成像物镜的有效放大倍数是其分辨率主要表现值数字孔径(NA)的 500~1000 倍。因此,使用 NA 越高的光学显微镜物镜成像,当记录和显示景物/像细节的工具与之相匹配时,越可能显示更大的有效放大倍数的景物图像,使人眼识别出景物更多的细节,扩展人眼的“分辨能力”;反之,无效放大倍数的景物图像,超过了物镜的分辨能力,不能为人眼显示更多的景物细节。所以,观察显微图像时,不是将图像放大得越大图像质量越好。

(二) 分辨率(resolution)

广义的分辨率泛指感知、记录、量测和显示系统对时间或空间等领域两个点之间最小距离的分辨能力。狭义的分辨率仅指对空间两个点之间最小距离的分辨能力,其计算公式是 $\sigma = \lambda / NA$ [σ 为最小分辨距离, λ 为照射光波长, NA 为物镜数值孔径(numerical aperture)]。显然, λ 越小或 NA 越大,可分辨的最小距离越小,分辨率就越高,有效放大倍率会越大(视频 1-2)。



视频 1-2 光镜与电镜观察细胞图像的分辨率比较

因传统光学显微镜主要为可见光源,光谱窄 λ 较长(330~690nm),其分辨率 σ 主要受NA制约($NA=n \times \sin \alpha$, n 为物镜前透镜与被检物体之间介质的折射率, α 为光轴上物镜前透镜的有效直径与物体点所形成的夹角即孔径角 2α 的一半),加之NA的孔径角不可能大于 180° 和可见光波长对微观结构产生的衍射效应,致使其实时的最大有效放大倍率仅为2000倍左右,分辨率 σ 只有约200nm;超分辨率显微镜因采用高频结构照明或随机光学重建进行非实时显微成像,使普通光学显微镜的分辨能力极大地提高到80~20nm;电子显微镜则因其较宽的电子束加速电压(50~2000千伏)和极短的波长 λ (0.9~0.004nm),有效放大倍率从几十倍到几十万倍,分辨率 σ 升至最高约0.2nm;而人眼的空间分辨率仅约0.2mm。显然,小于0.2mm的景物/像细节(如0.2 μm 的微观结构)必须放大超过1000倍,达到0.2mm以上显示才可能为人眼识别。所以,光学显微镜和电子显微镜的分辨率 σ 存在的巨大差异,导致它们图像的有效放大倍数亦相差巨大。

(三) 镜台测微尺、光栅复型与放大倍数标定

1. 放大倍数(magnification) 光学显微镜目镜观察到的显微景像的放大倍数是物镜放大倍数与目镜放大倍数乘积的组合放大倍数(即相同方向上,像的长度与实物真实长度而非面积的比值),由显微镜生产厂家通过设计和加工来保障,一般只随使用的物镜放大倍数(如4 $\times$ 、10 $\times$ 、20 $\times$ 、40 $\times$ 和100 $\times$)的有限梯级改变而发生整数的有限梯级变化;电子媒介屏幕上观察的显微景像的放大倍数则因电子显示系统的种类、规格和设置的繁杂多样与变化不定,而发生非整数的无限的连续变化,观察者难以直接准确判定。

2. 放大倍数标定镜台测微尺(stage micrometer)与光栅复型 分别是准确标定光镜和电镜图像(照相底片、纸质照片和屏幕显示图像)放大倍数的常用工具与“金标准”。不同型号的镜台测微尺或光栅复型其两条刻度线间的真实间距可有不同。用直尺测量镜台测微尺或光栅复型的照相底片、纸质照片或显示屏幕上两条刻度线的间距长度(以 μm 为单位),除以该间距的实际长度(如10 μm 或0.5 μm),即得该图像在当前照像底片、纸质照片和显示屏幕上的放大倍数。测量的刻度线条数越多,计算得出的放大倍数越准确。图1-3左上角为光学显微镜镜台测微尺全貌,圆圈十字线中央为真实长度1mm的完整镜台测微尺,被均匀划分成100个刻度,图片中下部为镜台测微尺的101条竖刻度线,每两条竖刻度线之间的真实间距为10 μm 。图1-4为2000线/mm光栅复型透射电子显微镜图像,每两条刻度线之间的真实间距为0.5 μm (图1-5)。

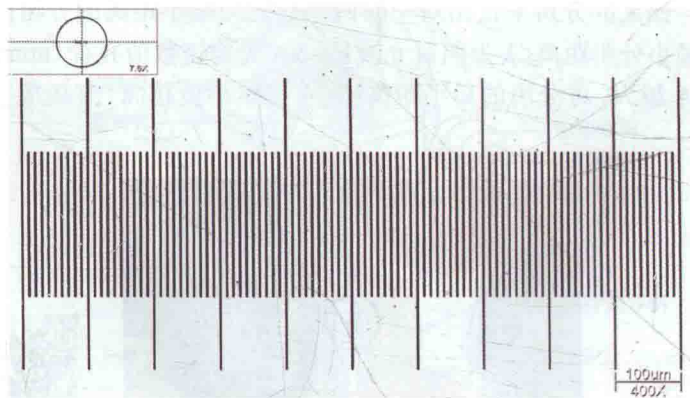


图1-3 显微镜镜台测微尺

1mm 显微镜镜台测微尺。右下角100 μm 比例尺在屏幕上测得40mm长时,其横线下方显示的400 $\times$ 和左上角全景导航图显示的7.6 $\times$ 才正确

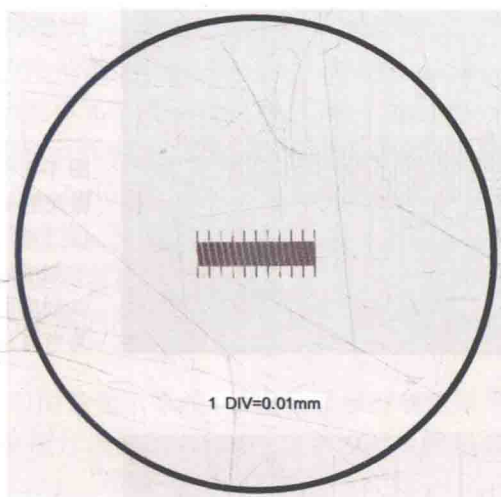


图 1-4 显微镜镜台测微尺
1mm 显微镜镜台测微尺

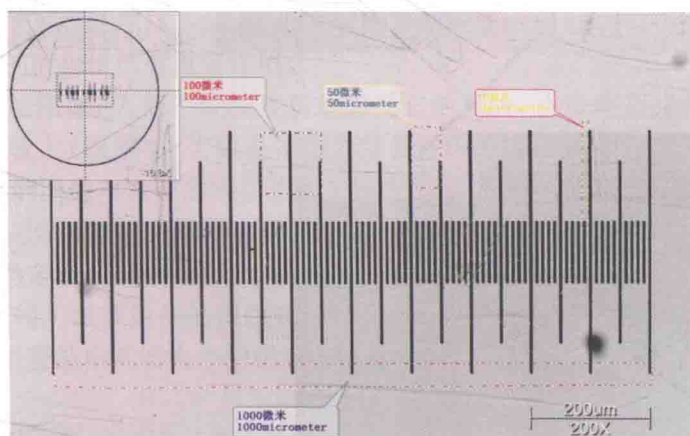


图 1-5 显微镜镜台测微尺四级刻度线实际长度
1mm 显微镜镜台测微尺。右下角 200 μ m 比例尺在屏幕上测得 40mm 长时，其横线下方显示的 200 $\times$ 和左上角全景导航图显示的 16.8 $\times$ 才正确

3. 分辨率与图像放大倍数 10 μ m 刻度的镜台测微尺，理论上需放大 20 倍以上成像，人眼才可能为区分它的刻度，成像物镜的分辨率不同，其镜台测微尺刻度图像的清晰程度也不一样：成像物镜的分辨率不足时，无论放大倍数再大，所成图像都不会清晰；成像物镜的分辨率再高，亦需达到一最小的放大倍数才能显示出可辨认的清晰图像；成像物镜的分辨率足够时，所成图像的清晰度随放大倍数的增加而提高，超过成像物镜分辨率允许放大倍数的图像，其清晰度不会随放大倍数的增加而提高(视频 1-3)(图 1-6~图 1-8)。

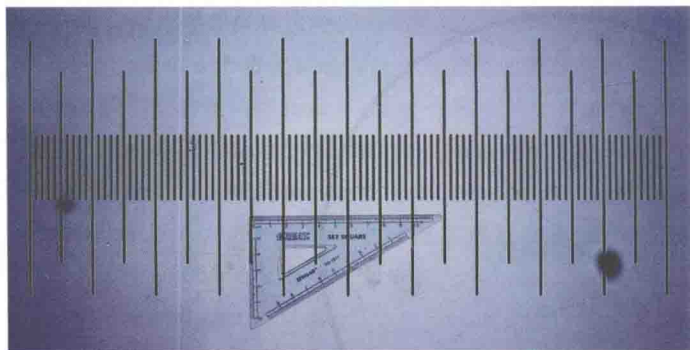


图 1-6 三角尺测量显示屏上镜台测微尺的长度

以三角尺测量显示屏上镜台测微尺若干刻度线的长度(以 μm 为单位),除以刻度数和刻度间距(如 $10\mu\text{m}$),即为当前显示屏的放大倍数值

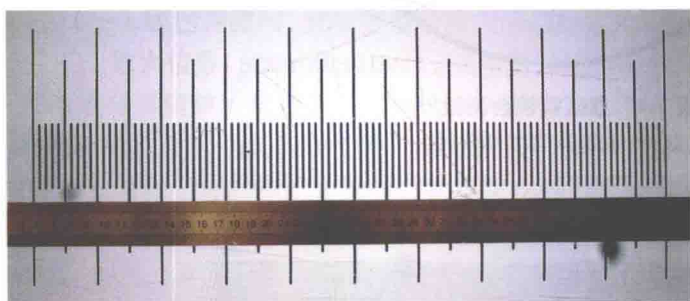


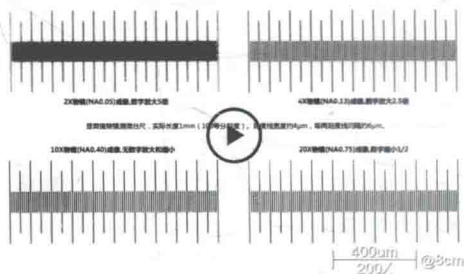
图 1-7 直尺测量显示屏上镜台测微尺的长度

屏幕显示图像的放大倍数随屏幕像素点的大小、显示框的大小不断改变,更换显示屏或缩小或拉大显示图像需重新测量若干镜台测微尺刻度线的长度,计算新的放大倍数值



图 1-8 2000 线/mm 光栅复型透射电镜照相底片

原始照相底片长 89mm, 宽 64mm, 标称放大倍数 18 000 $\times$, 实测放大倍数约 15 000 $\times$



视频 1-3 放大倍数与图像清晰度

(四) 图像分辨率与图像品质

微观景物上最近两个点之间的空间间距大于显微成像与记录系统(如视网膜视细胞、照相底片银盐颗粒、CCD感光单元等)的分辨能力,才可以被分别感知、记录和量测,并能在等于或大于该分辨能力的显示系统(如照片或显示屏幕)得到仿真显示。

1. 图像分辨率(image resolution) 事关显微镜成像质量的显示效果,涉及两层内涵:

(1) 成像图像分辨率:即景像记录系统(如照相机或扫描仪的CCD感光单元)所形成图像的像素多少。像素越多越能表现出更多的图像细节,该图像的清晰度越好,越能在图像显示系统上显示出更大的高质量的图像。由于记录的图像细节信息越多,占用的存储空间就越大。

(2) 显示图像分辨率:即图像显示系统(如电脑显示屏或纸质照片)所能显示的像素的多少。单位面积屏幕或纸质照片内的像素越多,显示的图像就越细腻,图像的放大倍数会相应变小。

成像图像分辨率是保证显示出高质量图像最重要的基础,没有这个基础,任何图像显示系统都不可能显示出高质量的图像;显示图像分辨率是保证显示出高质量图像的重要条件,两者缺一不可,互相依存,共同保障高质量图像的显示。

2. 图像品质 不但与图像分辨率有关,还涉及成像信息能否直观地展示与比较,日后或他人能否进一步发掘和利用这些信息,如图像内含结构的纹理、大小、多少、放大倍数等,对提升和拓展图像的应用价值有重要作用。

对于微观结构的图像,人们不仅能直观地感受它的形貌,也应能直接得到其大小等相关信息。显微图像放大(或缩小)倍数是指微细结构在固相显示媒介(如纸质)和电子显示媒介(如电子屏幕)的图像与微观实物在相同方向上的长度比值,而非面积或其它几何参数的比值。由于景像记录系统与图像显示系统的单个像素面积尺寸之间存在巨大(数十到数千倍)的差异和不确定性(如图像显示系统的设置、显示屏幕的像素密度、图像或视频显示窗的大小等),致使同一微观结构的图像在不同的显示屏幕上以不同的放大(或缩小)倍数呈现,极易造成对微观结构真实大小的错觉与误解,也给它们大小、多少和图像品质的比较造成困难。

3. 四种图像标记方式 对图像品质具有极大的影响,它们对原始样本大小、可比性、适用范围与灵活性等内涵信息的展示作用也是有区别的(图1-9)。

(1) 无标记图像:没有任何符号或文字标记或表述,适用于各种场合和显示媒介,但不能展示或挖掘其原始样本的大小、多少和放大倍数等定量信息,不便于客观地与别的图像进行计量信息和清晰程度等指标的比较(需在相同放大倍数下做评估和比较)。

(2) 比例尺标记图像:其内叠加长度可变的比例尺,不须预先标定显示媒介,即适用于不同大小和分辨率的固相或电子显示媒介如纸质照片或电脑屏幕,测量和估算原始样本的实际大小和获取图像的计量信息,然而,客观地评估和比较实物标本或景像记录系统的质量,以及所成图像之优劣,仍须测量当前图像比例尺的长度以计算其放大倍数并相应调整显示图像的大小。

(3) 倍率标记图像:仅需用直尺标定显示媒介的图像显示区大小,便能直观地在图像内或外标注准确的放大倍率值,据此计算图像内任意结构的真实大小等计量信息,直接评估和比较实物标本或景像记录系统的质量,以及图像的清晰程度等指标,长久以来在固相媒介(如显微图像图谱)图像的标记上得到广泛应用(因易于确定图像显示区大小)。

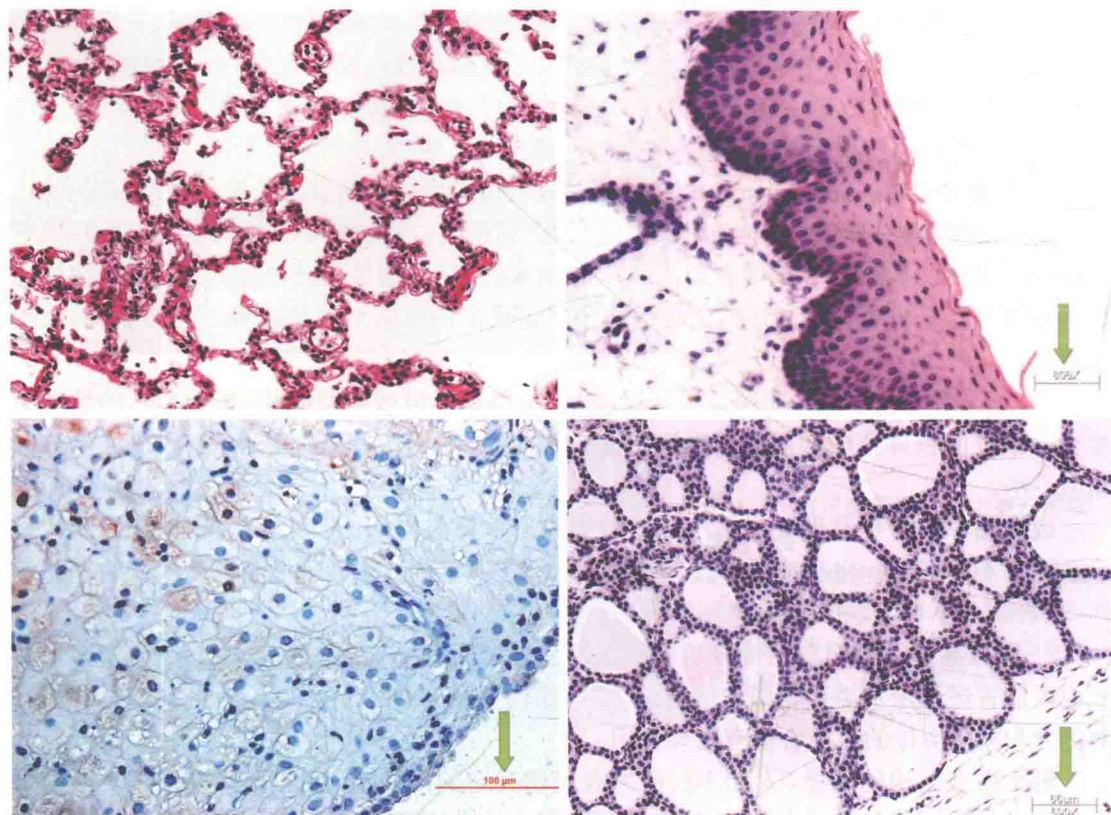


图 1-9 四种显微图像标记方式

注：右边上、下两图中的比例尺长度在电子或固相显示媒介上显示达到 40mm 长时，其 800× 和 600× 的放大倍数数值才正确

(4) 倍率和比例尺双标记图像：用直尺标定显示媒介的图像显示区后，图像内或外同时添加准确的放大倍数和固定长度的比例尺，结合了两两种标记图像的优势，弥补了二者各自的不足，极大地扩展了单一标记图像的适用范围与使用的灵活性。对未标定过的不同大小和分辨率电子显示屏亦只需放大或缩小图像内的比例尺达到显示屏幕上的指定长度（如本实验指导中许多图右下角的标尺长度为 40mm），同样能直观地表述了图像准确的放大倍数，这对直接评估或计算原始样本的真实大小和多少带来极大的便利，更可避免因图像显示媒介的不确定因素引发对原始样本真实大小的错觉与误判。

三、标本的制作

(一) 组织切片实体标本的制作

有机体的器官组织，因不能较好地透过显微镜的照射光，必须制作成很薄（通常 4~10μm）的组织切片，才能在镜下观察其内部的微细组织结构及其相互间的毗邻关系。组织切片标本的制作方法因欲使用的观察方法和目的不同而异，石蜡切片和冰冻切片适用于光镜观察，超薄切片适用于透射电镜观察。最常用的组织切片制作方法是石蜡切片与 HE 染色，基本步骤如下：

1. 取材、固定 从人或动物新鲜尸体上取下组织块（一般厚度不超过 0.5cm）投入预先配好的固定液中固定，使组织、细胞的蛋白质变性凝固，以防止细胞死亡后的自溶或细菌分

解,从而保持细胞本来的形态结构。组织在固定后一定要把渗透到里面的固定液冲洗干净,然后才能进行下一步操作。

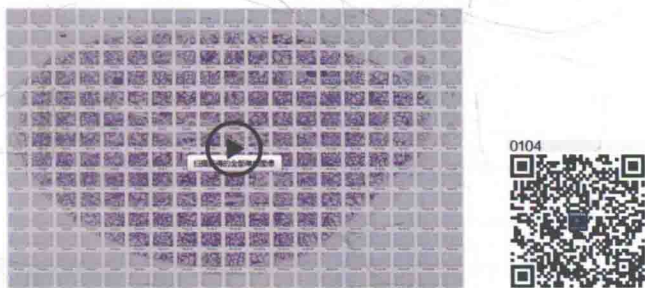
2. **脱水、透明** 一般用由低浓度到高浓度乙醇作脱水剂,逐渐替代组织块中的水分。再将组织块置于既溶于乙醇,又溶于石蜡的透明剂二甲苯中透明,以二甲苯替换出组织块中的乙醇,才能浸蜡和包埋。

3. **浸蜡、包埋** 将已透明的组织块置于已溶化的石蜡中,放入溶蜡箱保温。待石蜡完全浸入组织块后进行包埋:先准备好包埋框,倒入已溶化的石蜡,迅速夹取已浸透石蜡的组织块放入其中冷却凝固成块。包埋好的组织块变硬,才能在切片机上切成很薄的切片。

4. **切片、贴片与烤片** 将包埋好的蜡块固定于切片机上,一般切成 $4\sim 10\mu\text{m}$ 的薄片。切下的薄片往往皱折,需放入加热的水中展平,然后贴到载玻片上,放恒温箱中烘干。

5. **HE 染色** 取已经干燥的组织切片,放于盛有二甲苯的染缸内脱掉其中的石蜡,再对组织切片进行 HE 染色。HE 即取苏木素(hematoxylin)和伊红(eosin)两种染料的英文第一个字母缩写而成。苏木素是从洋苏木中提取的一种碱性染料,被氧化后生成苏木精,同媒染剂(常用三价的铁或铝的盐)一起使用,能够使细胞核染成蓝色。伊红,别名曙红,为酸性染料,能将细胞质和细胞间质染成为粉红色。染色后用中性树胶封片,以便长期保存。

(二) 数字化标本的制作(视频 1-4)



视频 1-4 数字化全景切片制作过程

1. **数字化标本** 数字化标本(digital specimen)是建立在实体标本(如个体与器官,或组织、细胞的切片、铺片、涂片、爬片等)或模型的样品基础之上,经数字成像与加工制作成 2D 或 3D 的实景图像,或 4D 的动画或视频,经专门的软件在屏幕上显示。虚拟仿真载玻片、数字化全景切片(也称虚拟切片、数字切片)等数字化标本是对个体、器官、组织和细胞实物标本进行高质量的显微成像、精密数控扫描和全景数字图像拼接,制作成的数字化个体、器官和组织细胞标本,利用实景仿真显微镜软件,模仿显微镜目镜视野浏览和观察个体、器官、组织和细胞标本的 2D 或 3D 实景图像。

2. 部分国内、外数字化标本客户端下载或浏览网址

- (1) <http://course.jnu.edu.cn/netc/zptk/index.htm>
- (2) <http://xtxjxpt.glmc.edu.cn/>
- (3) <http://141.214.65.171/Histology/view.apml?>
- (4) www.duke.edu/web/histology
- (5) <http://histology.medicine.umich.edu/>