

北京市高等教育精品教材立项项目

彩图家畜组织学 与胚胎学实验指导

滕可导 主编

中国农业大学出版社

编 委 会

主 编：滕可导（中国农业大学）

副主编：张 晗（河北大学）

参 编：李莲军（云南农业大学）

穆 祥（北京农学院）

王 磊（中国农业大学）

张 爽（中国农业大学）

张 涛（北京农学院）

王安如（中国农业大学）

俞英昉（中国农业大学）

前 言

家畜组织学与胚胎学是畜牧兽医学基础课，家畜组织学与胚胎学实验是课程的重要组成部分。仔细地观察家畜各系统中主要器官、组织的微细结构，并在此基础上进行理解和记忆是学好该基础课所必须采用的方法。因此，编写一本高质量的实验指导很有必要。

《彩图家畜组织学与胚胎学实验指导》是在中国农业大学使用多年的原校内教材《图解家畜组织学与胚胎学实验指导》和《组织学技术基础知识》的基础上加以充实和更新编写而成的。新的实验指导将原实验指导中的黑白线条图全部换成了彩色原图，其中绝大部分彩图来自教学实验所用的标本，在图片标注上吸取了国内外同类教材插图精华，力求精美。全书共分16章及绪论和附录，含插图245幅。希望《彩图家畜组织学与胚胎学实验指导》能在教学中发挥积极的作用。

尽管本教材在编写上有一些创新和改进，但由于水平有限，错误之处在所难免，恳请各位同仁和读者不吝指正。

滕昕宇

二〇一一年五月于北京

目 录

绪论	(1)
一、实验须知与注意事项	(1)
二、光学显微镜的构造及使用	(3)
三、组织学标本简介	(5)
第一章 细胞	(7)
一、细胞与细胞核的形态	(7)
二、细胞的超微结构	(11)
三、细胞的有丝分裂	(12)
第二章 上皮组织	(14)
一、单层扁平上皮	(14)
二、单层立方上皮	(16)
三、单层柱状上皮	(17)
四、假复层纤毛柱状上皮	(18)
五、复层扁平上皮	(19)
六、变移上皮	(20)
七、腺上皮	(21)
八、上皮细胞表面的特殊结构	(22)
第三章 结缔组织	(24)
一、疏松结缔组织	(24)
二、致密结缔组织	(26)
三、脂肪组织	(27)
四、网状组织	(27)
五、透明软骨	(28)
六、弹性软骨	(29)

七、纤维软骨	(30)
八、骨组织	(31)
九、血液	(32)
第四章 肌组织	(36)
一、骨骼肌	(36)
二、心肌	(38)
三、平滑肌	(39)
第五章 神经组织与神经系统	(41)
一、神经元	(41)
二、有髓神经纤维	(44)
三、神经末梢	(46)
四、脊髓	(48)
五、小脑	(50)
六、大脑	(52)
七、神经节	(54)
第六章 循环系统	(56)
一、心脏	(56)
二、中型动脉与中型静脉	(58)
三、毛细血管	(59)
第七章 被皮系统	(61)
一、无毛皮肤	(61)
二、有毛皮肤	(63)
三、乳腺	(65)
第八章 免疫系统	(67)
一、胸腺	(67)
二、腔上囊	(69)
三、淋巴结	(71)
四、脾	(75)

第九章 内分泌系统.....	(78)
一、甲状腺与甲状旁腺.....	(78)
二、肾上腺.....	(81)
三、垂体.....	(82)
第十章 消化系统.....	(86)
一、食管.....	(86)
二、胃.....	(87)
三、小肠.....	(90)
四、结肠.....	(93)
五、唾液腺.....	(93)
六、胰腺.....	(95)
七、肝.....	(96)
第十一章 呼吸系统.....	(101)
一、气管.....	(101)
二、肺.....	(102)
第十二章 泌尿系统.....	(107)
肾.....	(107)
第十三章 雄性生殖系统.....	(111)
一、睾丸.....	(111)
二、附睾.....	(115)
第十四章 雌性生殖系统.....	(117)
一、卵巢.....	(117)
二、子宫.....	(123)
三、输卵管.....	(125)
第十五章 感觉器官.....	(127)
一、眼球.....	(127)
二、内耳.....	(131)

第十六章 畜禽胚胎学.....	(133)
一、生殖细胞.....	(133)
二、受精.....	(135)
三、卵裂与囊胚形成.....	(136)
四、原肠作用与三胚层形成.....	(137)
五、三胚层的早期分化.....	(138)
六、鸡的胚外膜.....	(139)
七、家畜的胎盘.....	(140)
附录 组织学技术基础知识.....	(143)
第一章 生物制片技术.....	(143)
第二章 染料与染色.....	(157)
第三章 常用染色程序.....	(186)
参考文献.....	(192)

绪 论

实验目的：了解组织学实验的基本要求。

掌握普通生物显微镜的使用方法。

了解石蜡切片的制作过程。

实验内容：实验须知与注意事项；光学显微镜的构造及使用；组织学标本简介。

一、实验须知与注意事项

（一）实验须知

（1）家畜组织学与胚胎学实验是家畜组织学与胚胎学课程的重要组成部分。通过实验课观察标本的显微结构和超微结构，能使學生进一步理解和巩固课堂所学的知识。

（2）实验前应预习实验指导并复习课堂所学相关章节，明确实验目的，熟悉实验内容。观察标本之前应了解标本的制作材料、制作方法和染色方法。按照知识要点仔细观察，并依据所观察标本的结构认真绘图，切忌对照图谱临摹。绘图要求和范例（图绪-1）如下：

绘图要如实反映标本的组织、细胞等的形态结构，如各部分细胞的大小、形状、着色情况以及细胞的数量、标本的特殊结构等。

图注应准确、美观。应使用黑色或蓝色签字笔、钢笔或圆珠笔进行标注。标注字应使用规范的学术名称，标注线应平直，线与线平行且间距尽量一致，标注线外侧对齐，以使标注字齐整。

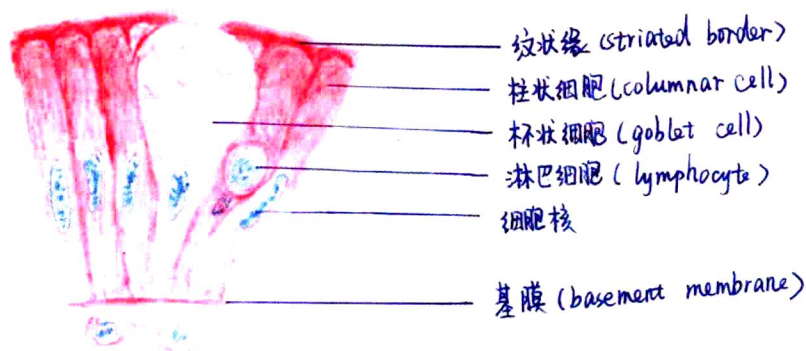
（3）观察切片标本应了解切片的解剖部位和切面方向。因为切片标本仅是器官细胞某一个平面的图像，其形态结构因所在平面不同而异。因此观察时要勤于思考，联系理论知识，将平面图像与立体结构相结合，以便进一步理解、记忆和巩固组织胚胎学知识。

(4) 装片、涂片、分离片、伸展片等标本通常比切片厚, 且因制片方法所限易出现厚薄不均的现象。为了达到较好的观察效果, 应注意选取标本中厚薄适当的部位, 并注意区分不同平面中的不同结构。

(5) 观察组织学标本时应先用肉眼观察其轮廓, 镜检时先用低倍镜, 后用高倍镜, 循序渐进。要注意辨别正常组织结构与制片造成的人为干扰, 如气泡、皱褶、裂痕等。

(6) 显微镜的观察范围是有限的, 放大倍数越高, 视野越小。因此, 当某一组织结构超出一个视野时, 应结合组织的整体结构向适当的方向移动切片进行观察。

实验一 上皮组织及固有结缔组织



单层柱状上皮的局部 (32号标本, $\times 40$)

图绪-1 组织学标本绘图范例

(二) 注意事项

(1) 显微镜是实验的主要仪器, 应注意爱护, 不得随意拆卸。每次实验时对号取用, 如发现使用故障, 应立即报告老师进行维修或更换。

(2) 要爱护标本, 谨防打碎。实验时每人一套组织标本, 对号取用, 用完后按编号放回。如发现损坏或缺失等情况, 应及时报告老师进行登记和补充。

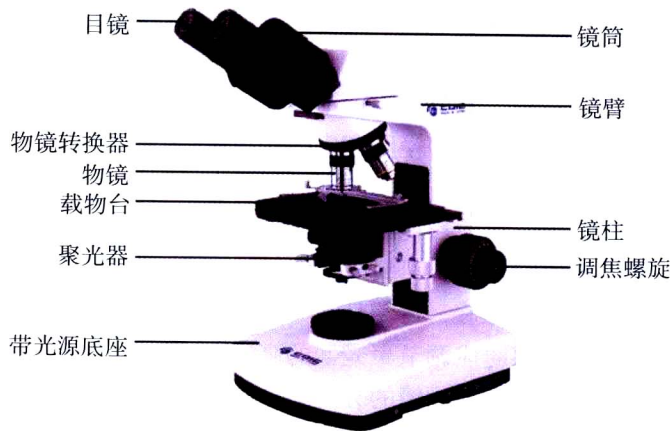
(3) 应认真、按时完成实验报告, 并妥善保存, 以便日后复习。

(4) 保持实验室的安静、整洁, 勿乱丢纸屑, 当次实验结束后值日生应打扫实验室。

(5) 实验缺勤, 需事前请假, 并预约时间补做。

二、光学显微镜的构造及使用

光学显微镜虽有多种型号, 但基本构造大致相同, 都包括机械部分和光学部分。下面以普通型复式显微镜(图绪-2)为例介绍其结构及使用方法。



图绪-2 普通复式显微镜的结构(COIC-H6000i型)

(一) 显微镜的结构

1. 机械部分

镜座和镜柱: 支持和稳定整个镜体的主要部件, 通常由铸铁制成。

镜臂: 连在镜柱上端的弯曲部分。

载物台: 放置标本的平台, 载物台中央有圆孔, 可使光源透过。载物台上附有一对压簧板或可使切片前后左右移动的推进尺。

镜筒: 位于镜臂前上方, 是成像光柱的通道, 镜筒上端装接目镜, 下端装物镜转换器。

物镜转换器: 有3~4个物镜孔, 装接物镜于转换器时, 低倍、高倍至油镜依次以顺时针方向安装, 便于使用。物镜孔的螺纹和口径是国际统一标准, 可换用任何国家生产的接物镜。

调焦螺旋: 分粗调螺旋和细调螺旋。旋转时, 或调动镜筒, 或调动载物台, 以调节焦距使物像清晰。粗调螺旋调节范围较大, 每转一周可使镜筒或载物台升降约10 mm。细调螺旋的调节范围较小, 每转一周, 镜筒或载物台仅升降0.1~0.2 mm。

2. 光学部分

接物镜（物镜）：装于物镜转换器上，一般有4倍、10倍、40倍及油镜（90~100倍）等数种。10倍以下（含）为低倍镜，40倍左右为高倍镜。通常使用的是单消色差（achromatic）物镜，即只校正了一种颜色，通常是黄绿色的球面差。接物镜的外筒壁上除标有Achromatic外，还有焦距和数值孔径（NA）等数值。NA值越大，分辨力越高。接物镜的作用是分辨标本的细节，产生有效的初级图像。因此，接物镜质量的好坏是决定图像优劣的首要因素。

接目镜（目镜）：装于镜筒上端。接目镜外筒壁标有放大倍数，还有表示透镜光学校正程度的符号，如P或Plan表示平场，即视野弯曲已被校正。在复式显微镜中，目镜的作用是放大由物镜所产生的初级图像，并使其在显微镜中复制成一个可见的虚像。因此，目镜虽然不能提高分辨率，但有缺陷的目镜却使图像的质量降低。图像的放大倍数=目镜放大倍数×物镜放大倍数。

聚光器：装于载物台下方，可聚集光源发出的光，并通过载物台的中央孔透过标本。聚光器也有调节螺旋，可使其在一定范围内升降，从而调节光线进入物镜的聚散程度。实验观察时应调节聚光器的高度，使光线透过标本后所形成的光斑正好充满物镜，以充分发挥物镜的分辨力。聚光器多配有可变光阑，可开大或缩小以调节进入聚光器透镜光束的数目。光线的聚散和光束的数目共同决定进入物镜的光强。适当的视野照明有助于增强图像的对比度。有些聚光器还配有滤光片支持框，可以向内外移动，以便放置滤光片。

底座：内置220 V电源，6 V光源，亮度可连续调节。

（二）显微镜的使用及注意事项

1. **搬运和放置** 搬运时，右手持镜臂，左手托镜座，保持镜体垂直。放置时，显微镜靠近身体胸前略偏左，以便右手记录或绘图。显微镜距离桌沿不得少于3 cm，以免碰落损坏。

2. **调节照明** 转动物镜转换器，使低倍镜对准聚光器，两眼睁开，注视目镜。打开可变光阑，先将亮度调节钮关至最小，然后打开电源开关，适当调节亮度。上升聚光器，使光线进入接物镜。要求视野全部照明，并且亮度均匀，光强适宜。调节照明时，应根据光源光线的强弱、标本的具体情况和所用物镜的倍数，灵活运用聚光器和可变光阑。如观察未经染色或染色较浅的标本时，要降低聚光器并缩小可变光阑，以增加标本的明暗对比；用高倍镜和油镜时，要升高聚光器并开大可变光阑，使视野明亮。

3. **放置标本** 将标本的盖片面向上，放置于载物台上，用压簧板或推进尺固

定。应注意用过厚盖片封盖的标本，不能用高倍镜或油镜观察。这是因为物镜的放大倍数越大，工作距离越小，过厚的盖片无法使高倍镜对被检标本聚焦。放反了的标本，实际上是将较厚的载片变成了盖片，也无法聚焦。因此，粗心大意时会压碎标本，甚至损坏镜头。

4. 调焦 将标本移至物镜下方，一边从目镜中观察，一边转动粗调螺旋，直至找到观察目标并将物像调至清晰。低倍镜观察视野较大，便于全面了解标本的情况。如需观察标本中某部分的细节，可将这部分移至视野中央，再换高倍镜观察。通常显微镜如已调好低倍镜的焦距，换高倍镜后只需用细调螺旋调焦即可。

5. 油镜的使用 需用油镜观察的标本，应先经低倍镜、高倍镜找到要观察的物像，并将其移至高倍镜视野中央。然后降低载物台或旋高镜筒，把高倍镜转离标本，于标本的观察部位滴上一小滴香柏油，转换油镜。从显微镜侧面边看物镜镜头，边升高载物台或向下调节镜筒，使镜头浸入油内紧贴玻片。最后，从目镜观察，转动粗调螺旋使油镜离开玻片，出现物像，再调节细调螺旋使物像清晰。由高倍镜换油镜后，应升高聚光器并开大可变光阑，使视野明亮。观察完毕，移开镜头，用蘸有乙醚-乙醇（7:3）混合液的擦镜纸擦净镜头和标本。

6. 保养和收藏 显微镜是结构精密的仪器，在使用时必须小心爱护。显微镜的任何零件不得随意拆卸，也不要任意取下目镜，谨防灰尘落入镜筒。显微镜光学玻璃有污垢时，可用擦镜纸或绸布轻轻擦拭，勿用手指、粗纸或手帕，以免损坏镜面。显微镜的机械部分可用纱布擦拭。显微镜使用完毕后，应降下载物台或镜筒，将物镜转成八字形垂于镜筒下。收藏显微镜应避免潮湿和灰尘，避免与化学试剂或药品接触。最好是收藏在镜箱中，通常还需在镜箱内放置防潮硅胶，并定时更换以保持干燥，以防止显微镜的光学部分长霉和金属部分生锈。

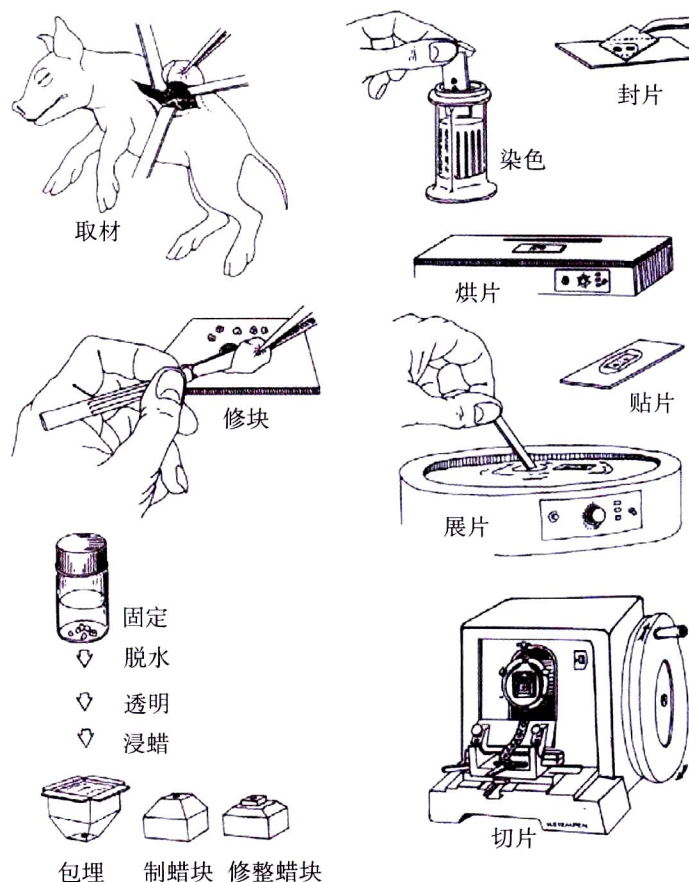
三、组织学标本简介

研究生物组织时，为了正确、清晰地显示其结构，先要制备适合显微镜下观察的标本。不同的组织材料或不同的研究目的，其标本的制作方法也不尽相同。对易于分离的组织可将其涂抹或平铺于载玻片上。多数组织则要经一定处理后再用刀具切成薄片，简称切片。动物细胞的直径约 $10\mu\text{m}$ ，为了能看清组织结构，不致因细胞的重叠而影响辨别，组织切片的厚度一般在 $5\mu\text{m}$ 左右。切片使用的仪器称为切片机。为使组织保持一定的硬度，便于切片，常在切片之前使组织内渗入某些支持物。根据所用支持物的不同，可分为石蜡切片、火棉胶切片、冰冻切片以及半薄切片和振动切片等。其中最常用的是石蜡切片和冰冻切片。

未染色的标本中，细胞各部分结构的折光率很低，难以分辨。通过染色可使

各部分结构变得清晰可见。为了区分组织中的不同成分，有多种染色方法，其中最常用的是苏木素-伊红染色，简称HE染色。这种染色方法可将细胞核等嗜碱性成分染成蓝色或紫色，细胞质等嗜酸性成分染成红色，形成鲜明的对比。

组织学标本的制作过程比较复杂，以石蜡切片HE染色标本为例，就需经过取材、固定、冲洗、脱水、透明、浸蜡、包埋、切片、贴片、烘片、复水、染色、脱水、透明、封片等十几个步骤（图绪-3）。通过观看组织学标本的制作录像和参观组织切片室，可了解组织学标本的制作程序和各步骤的作用。组织学标本制作是一项专业技术，若要了解其中的细节或学习制作组织学标本，可参考附录“组织学技术基础知识”。



图绪-3 石蜡切片的主要制作步骤

第一章 细胞

细胞 (cell) 是生物体形态结构和生命活动的基本单位。动物细胞的形态多种多样, 但基本结构相同。光镜下, 都由细胞膜 (cell membrane)、细胞质 (cytoplasm) 和细胞核 (nucleus) 3 部分组成; 电镜下, 根据各种超微结构有无生物膜包裹, 可分为膜性结构 (membranous structure) 和非膜性结构 (non-membranous structure)。

实验目的: 通过光镜观察认识多种形态的细胞和细胞核。

认识各种细胞器的超微结构。

了解细胞有丝分裂各时期的主要特征。

实验内容: 细胞与细胞核的形态; 细胞的超微结构; 细胞的有丝分裂。

一、细胞与细胞核的形态

(一) 圆形细胞及圆形核

标本 卵巢切片 (图1-1), 重点观察初级卵母细胞。

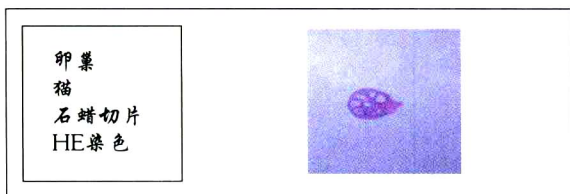


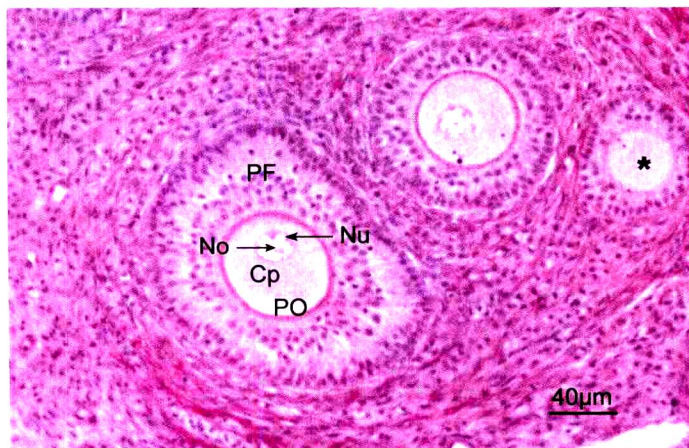
图1-1 卵巢切片

肉眼观察 位于卵巢外周的部分是卵巢的皮质, 在皮质中可见着色较浅呈泡状的结构散布在卵巢皮质中, 即原始卵泡或初级卵泡。

低倍镜观察 选择一个结构较完整的原始卵泡或初级卵泡置于视野中央。

高倍镜观察 如图1-2所示, 初级卵泡 (primary follicle, PF) 中体积较大

的细胞是初级卵母细胞（primary oocyte, PO）。初级卵母细胞呈圆形，细胞质（cytoplasm, Cp）嗜酸性，在卵母细胞中可见圆形的细胞核（nucleus, Nu），细胞核内可见清晰的核仁（nucleolus, No）。在偏离初级卵母细胞中央的切面上见不到细胞核（*）。



PF：初级卵泡；PO：初级卵母细胞；Cp：细胞质；Nu：细胞核；No：核仁；

*：在偏离初级卵母细胞中央的切面上见不到细胞核。

图1-2 初级卵泡中的初级卵母细胞

作业：绘一个初级卵母细胞。标注细胞质、细胞核、核仁。

（二）柱状细胞及椭圆形核

标本 十二指肠横切片（图1-3），重点观察黏膜上皮。



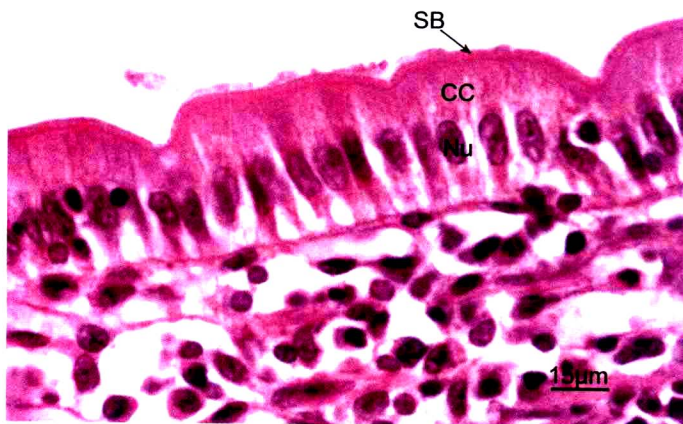
图1-3 十二指肠横切片

肉眼观察 肠管中空的部分是肠腔。自肠腔由内向外，管壁最内层呈蓝色的是黏膜，黏膜外呈淡红色的是黏膜下层，黏膜下层外呈深红色的是肌层，肌层外薄层淡红色的组织是浆膜。本实验观察的是黏膜。

低倍镜观察 找到肠壁的黏膜，选取结构清晰的部分置于视野中央。由于切

面倾斜或切片太厚，可能会看到重叠的细胞或细胞形态模糊不清。若视野中的图像随微调旋钮的旋动而晃动即为细胞重叠，有时可见到多层上皮细胞核，这是由于切面与单层柱状上皮基底面不垂直所致。

高倍镜观察 如图1-4所示，黏膜上皮细胞呈高柱状单行排列，即柱状细胞（columnar cell, CC），细胞核（nucleus, Nu）呈椭圆形，位于细胞近基部，柱状细胞游离缘染色较深的带状结构称为纹状缘（striated border, SB）。



CC：柱状细胞；Nu：细胞核；SB：纹状缘。

图1-4 十二指肠黏膜单层柱状上皮

作业：绘3~5个相邻的柱状细胞。标注细胞质、细胞核、纹状缘。

（三）梭形细胞及棒状核

标本 平滑肌分离装片（图1-5）。

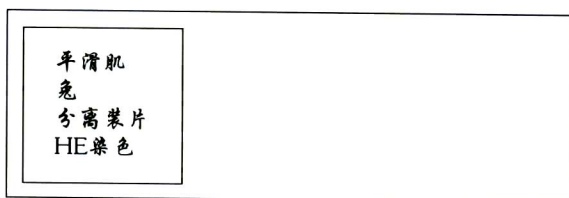
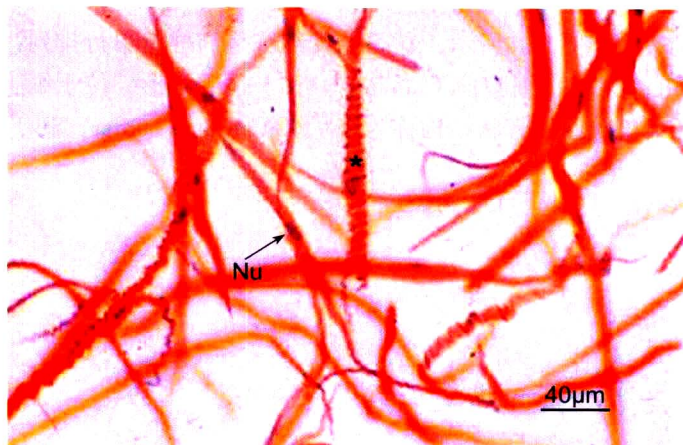


图1-5 平滑肌分离装片

肉眼及低倍镜观察 确定组织材料在载玻片中的部位，寻找分离的平滑肌细胞。平滑肌细胞很小，需仔细寻找。

高倍镜观察 如图1-6所示，平滑肌细胞呈长梭形，细胞核（nucleus, Nu）

呈棒状位于细胞中央。视野中有时可见处于收缩状态的平滑肌细胞（*），扭曲呈螺旋状。



Nu: 细胞核; *:收缩时的平滑肌细胞。

图1-6 分离的平滑肌纤维

作业：绘2~3个平滑肌细胞。标注细胞质、细胞核。

（四）圆形细胞及豆形核、马蹄形核或分叶核

标本 驴血涂片（图1-7），重点观察各类白细胞及其细胞核的形状。

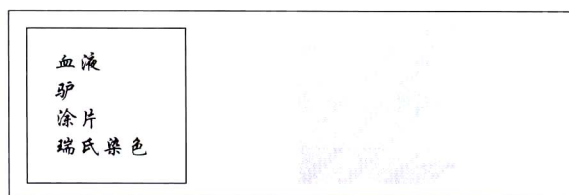


图1-7 驴血涂片

肉眼观察 将血膜厚薄适当处置于显微镜下。

低倍镜观察 将无细胞重叠、血细胞分布均匀处置于视野中央。

高倍镜观察 如图1-8所示，视野中有细胞核的细胞即为白细胞，白细胞种类很多，均呈圆形。重点观察淋巴细胞（lymphocyte, L）及其豆形核、单核细胞（monocyte, M）及其马蹄形核和中性粒细胞（neutrophilic granulocyte, NG）及其分叶核。