

国家级实验示范中心配套教材

# 动物学实验

Zoology  
ExperimentS

耿宝荣 主编



科学出版社

Q95-33

17

013032016

国家级实验示范中心配套教材

# 动物学实验

耿宝荣 主编



科学出版社

北京

Q95-33  
17



北航

C1639192

01303010

## 内 容 简 介

本书是编者根据多年的教学经验,并在参考国内外同类教材的基础上精心编写而成。全书按照动物进化系统从低等到高等的顺序编排 29 个基础性实验和 4 个综合性实验,实验内容涉及各门类代表动物的形态观察与解剖、常见种类描述等。每个实验前均简述该实验的意义、实验操作的关键步骤及相关注意事项。

本书可作为高等院校动物学实验教学用书,也可供农业、林业、水产及医学类院校相关专业学生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

动物学实验 / 耿宝荣主编. —北京: 科学出版社, 2012.7

国家级实验示范中心配套教材

ISBN 978-7-03-034717-6

I. ①动… II. ①耿… III. ①动物学 - 实验 - 高等学校 - 教材  
IV. ①Q95-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第121852号

责任编辑: 陈露 封婷 刘晶 / 责任校对: 张林  
责任印制: 刘学 / 封面设计: 殷靓

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012 年 7 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2012 年 7 月第一次印刷 印张: 14

字数: 264 000

定价: 29.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 《动物学实验》编辑委员会

主 编 耿宝荣

副主编 饶小珍 邵明勤

编 委 (按姓氏笔画排序)

许友勤 李进寿 张秋金 陈友玲

邵明勤 林 岗 柯佳颖 饶小珍

耿宝荣 陶 热

## 前 言

人才培养模式是学校为学生构建知识、能力、素质结构并实现这种结构的方式，它从根本上规定了人才特征并集中地体现了教育思想和教育观念。按照教育部提出的“基础扎实、知识面宽、能力强、素质高”的 21 世纪人才的总体要求和《高等教育法》提出的“培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才”的要求，我们在总结多年教学改革工作的基础上，提出了编写本书的总体思路，以加强基础知识、重视素质、技能和创新能力的培养，建立科学的、合理的、优化的动物科学实验教学体系。

本书以“重视基本知识和基本技能、注重学生的能力培养”为主要特色，保持了动物学实验中的经典内容，配以大量模式示意图，便于学生学习基本实验方法与操作技术，印证相关理论学习的内容。书中安排的综合实验可以培养学生综合分析问题和解决问题的能力。用于解剖实验的动物，尽量采用人工养殖种类；在动物分类上，突出各分类阶元的代表性及南方物种的描述。文后附有相关的主要参考文献。

在实验教学中应改变传统的模式，建立并完善“基础性实验—综合性实验—研究式实验”多层次化、多模式的实验体系，使实验教学具有主动性、创新性、系统性、高效性、科学性；加强综合性、自选性、设计性实验，着重学生动手能力、创新能力、综合分析能力的培养，全面提高学生的综合适应能力；在各层次水平上安排既有基础实验技术，又有学科发展前沿的知识结构合理的实验内容。

本书中实验 1、2、9、12、30 及实验 13、14 的插图部分由福建师范大学饶小珍编写和提供，实验 3、8、15 由福建师范大学林岗编写，实验 4、5、10、11 由宁德师范学院李进寿编写，实验 6、7 由泉州师范学院柯佳颖编写，实验 13、14 的文字部分由九江学院陶热编写，实验 16、23 由福建师范大学张秋金编写，实验 17、18、19 由福建师范大学陈友铃编写，实验 20、21、22、32、34 由福建师范大学耿宝荣编写，实验 24、25、26、27、28、29、33 由江西师范大学邵明勤编写，实验 31 由福建师范大学许友勤编写，全书由耿宝荣统稿，书中无脊椎动物学部分由饶小珍协助统稿，脊椎动物学部分由邵明勤协助统稿。

由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请动物学界同仁和读者批评指正。

编 者

2012 年 2 月

# 目 录

## 前言

## 第 1 部分 基础性实验

实验 1	动物的细胞和组织	1
实验 2	原生动物	9
实验 3	水螅及其他腔肠动物	15
实验 4	涡虫及其他涡虫纲动物	23
实验 5	华枝睾吸虫和猪带绦虫	27
实验 6	蛔虫及其他线虫	31
实验 7	环毛蚓及其他环节动物	38
实验 8	沙蚕及其他多毛纲动物	45
实验 9	河蚌及其他双壳纲动物	49
实验 10	乌贼(章鱼)及其他软体动物	55
实验 11	凡纳滨对虾及其他甲壳动物	60
实验 12	中华绒螯蟹及其他甲壳动物	67
实验 13	蝗虫的解剖	74
实验 14	昆虫的分类	81
实验 15	海星及其他棘皮动物	90
实验 16	文昌鱼的外形及内部解剖	96
实验 17	鲤鱼的骨骼系统	100
实验 18	鲤鱼的外形与解剖	104
实验 19	鱼纲的分类	111
实验 20	青蛙(蟾蜍)的骨骼肌肉系统	118
实验 21	青蛙(蟾蜍)的外形及内部解剖	123
实验 22	两栖纲的分类	128
实验 23	爬行纲的分类	134
实验 24	鸟类的骨骼系统	144
实验 25	家鸽的外形及内部解剖	149
实验 26	鸟纲的分类	156

实验 27	哺乳类的骨骼系统 .....	166
实验 28	家兔的外形及内部解剖 .....	171
实验 29	哺乳纲的分类 .....	178

### 第 2 部分 综合性实验

实验 30	生态因子对贝类胚胎发育的影响 .....	186
实验 31	淡水浮游动物系列实验 .....	189
实验 32	青蛙的生活史 .....	205
实验 33	校园及周边啮齿动物群落多样性调查 .....	209

### 第 3 部分 研究性实验

实验 34	研究性实验的一般方法 .....	211
参考文献	.....	213

# 第 1 部分 基础性实验

## 实验 1 动物的细胞和组织

### 【目的与要求】

1. 了解动物细胞的基本结构；
2. 掌握动物组织临时装片和涂片的一般制作方法；
3. 掌握动物 4 类基本组织的结构特点，理解组织结构与机能的关系。

### 【实验材料】

活蛙，蝗虫浸制标本，动物各组织的玻片标本。

### 【用具与药品】

显微镜、载玻片、盖玻片、解剖器、吸管、吸水纸、牙签、染色缸、玻片架。  
0.1%的亚甲蓝、0.65%及 0.9%的生理盐水溶液、甲醇、吉姆萨染液、蒸馏水。

### 【操作与观察】

#### 1. 制片与观察

##### (1) 人口腔上皮细胞的制备与观察

滴一滴 0.9%生理盐水于载玻片中央，用牙签在自己的口腔颊部轻轻刮几下（注意不要用力过猛，以免损伤颊部），将刮下的白色黏性物质薄而均匀地涂在载玻片上，然后加盖玻片，在低倍镜下观察。口腔上皮细胞常数个连在一起，由于口腔上皮细胞薄而透明，因此光线需要暗些。找到口腔上皮细胞后，将其移至视野中心，再转高倍镜观察。口腔上皮细胞呈扁平多边形。试辨认细胞核、细胞质和细胞膜。若观察不清楚时，可在盖玻片一侧加一滴 0.1%的亚甲蓝，另一侧放一小块吸水纸吸引，如此可使染液流入盖玻片下面，将细胞染成浅蓝色，核染色较深。注意染液不可过多，以免妨碍观察。

##### (2) 骨骼肌的制片与观察

用尖头镊子取蝗虫浸制标本胸部肌肉少许，置于载玻片上的水滴中。用解剖针仔细分离肌纤维（越细越好）。用 0.1%亚甲蓝染色，盖上盖玻片后置于显微镜下观察。

##### (3) 血液涂片的制备与观察

左手从蛙背面握蛙，右手持注射器从蛙胸部进针刺入蛙心脏采血，滴一滴在洁净载玻片右端，注意血滴不宜过大。另取边缘光滑的一块载玻片作推片，斜置于第一块载玻片血滴的左缘，角度成  $40^\circ$  左右。将推片稍向右移，接触血滴，使血液充满两玻片之间的夹角。再将推片向左方匀速推进，使玻片上留下薄而均匀



的血膜。摇动涂有血膜的玻片，使之尽快干燥，避免细胞皱缩。晾干后的血涂片放入盛有甲醇的染色缸内，固定 3~5min。将固定后的血涂片平放在玻片架上，滴加数滴吉姆萨染液，以覆盖血膜为宜，染色 15~30min。然后在染色玻片的一端用自来水细流缓缓冲去染液，斜立血涂片于玻片架上，晾干后置显微镜下观察。

在低倍镜下选择分布均匀的血细胞，换高倍镜观察。蛙红细胞呈椭圆形，中央有一椭圆形细胞核呈蓝色，细胞质呈红色，此外，还可见到白细胞和凝血细胞。

## 2. 观察各组织制片

### (1) 上皮组织

1) 单层立方上皮(甲状腺切片)：低倍镜观察，可看到许多大小不等的、圆形或椭圆形的红色甲状腺滤泡。高倍镜观察，滤泡壁由一层立方上皮细胞构成，核圆形、蓝紫色，位于细胞中央，细胞质粉红色(图 1-1)。

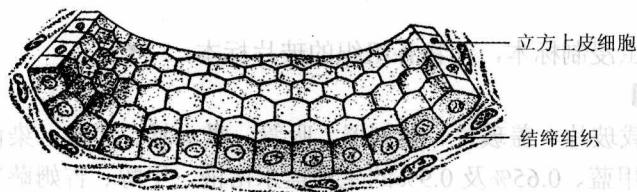


图 1-1 单层立方上皮(黄诗笺, 2006)

2) 单层柱状上皮(小肠横切片)：低倍镜观察，可见黏膜面形成许多指状突起，突向管腔，突起表面覆有一层柱状上皮。高倍镜观察，可见上皮细胞为柱状，核长椭圆形、蓝紫色，靠近细胞的基底部。把光圈缩小，减少光量，可见细胞的游离面有一层较亮的粉红色膜状结构，称为纹状缘。在柱状细胞之间散在有杯状细胞，此细胞上端膨大、下端细小，核呈三角形或半圆形，位于细胞基底部。在杯状细胞上端的细胞质内积有大量不着色的黏液，在切片上呈卵形空泡状结构，细胞游离面无纹状缘(图 1-2)。

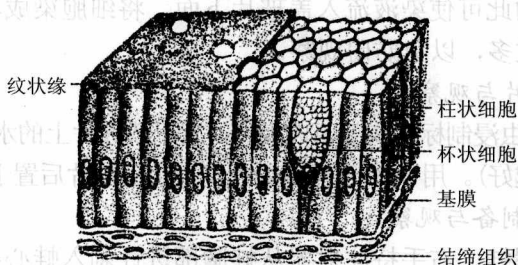


图 1-2 单层柱状上皮(黄诗笺, 2006)

3) 复层扁平上皮(食道横切片)：低倍镜观察，此上皮由许多层细胞组成，上

皮的基底面呈波浪形。高倍镜观察，可见与基膜相连的是一层排列整齐的矮柱状细胞，细胞核椭圆形。中层为几层多角形细胞，排列不整齐，核扁平。接近上皮表面的细胞变为扁平状，核着色淡，甚至模糊不清(图 1-3)。

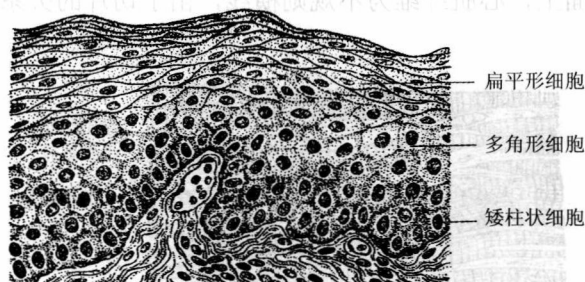


图 1-3 复层扁平上皮(黄诗笺, 2006)

## (2) 肌肉组织

1) 骨骼肌：低倍镜观察，在纵切面上可见骨骼肌为长条形肌纤维，在肌纤维间有染色较淡的结缔组织。高倍镜观察，单个骨骼肌纤维呈长圆柱形，其表面有肌膜，肌膜内侧有许多染成蓝紫色的椭圆形细胞核。缩小光圈，使视野不致过亮，可见到每条肌纤维内有很多纵行的细丝状肌原纤维，肌原纤维上有明暗相间的横纹，即明带和暗带。在横切面上，可见肌纤维呈多边形或不规则圆形，外有肌膜，细胞核卵圆形紧贴肌膜内侧。肌原纤维呈小红点状，在肌浆内排列不均匀，所以在横切面上呈现小区(图 1-4)。

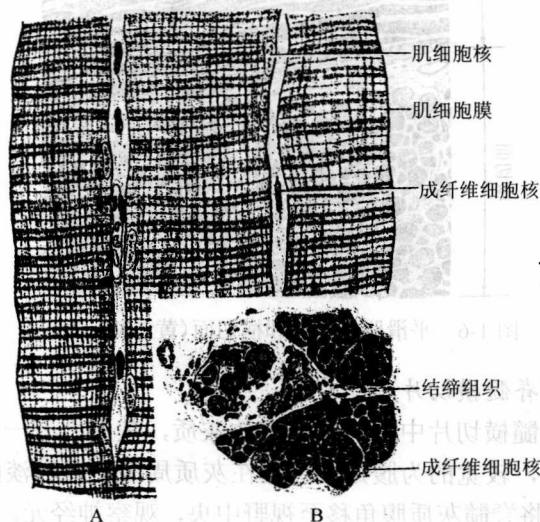


图 1-4 骨骼肌纵、横切片(黄诗笺, 2006)

A. 骨骼肌纵切面; B. 骨骼肌横切面

2) 心肌：先低倍镜后高倍镜观察，在纵切面上，心肌纤维彼此以分支相连，核卵圆形，位于肌纤维中央。缩小虹彩光圈，使光线暗些，可看到心肌纤维的横纹，但不及骨骼肌的明显，在心肌纤维及其分支上，可见到染色较深的梯形横线，即闰盘。在横切面上，心肌纤维为不规则横线，由于切片的关系，有的有核，有的无核(图 1-5)。

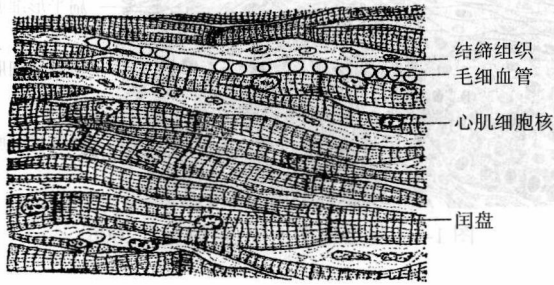


图 1-5 心肌纵切面(黄诗笺, 2006)

3) 平滑肌：先低倍镜后高倍镜观察蛙的平滑肌分离装片，可见分离的平滑肌纤维呈长梭形，核长椭圆形，位于细胞中部，在常规染色标本上肌原纤维分辨不清楚(图 1-6)。

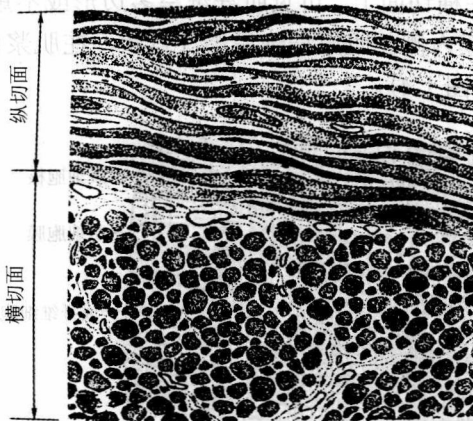


图 1-6 平滑肌纵切面和横切面(黄诗笺, 2006)

(3) 神经组织(脊髓横切片)

肉眼观察，脊髓横切片中央为蝴蝶状的灰质，其中心有一孔为中央管，灰质较狭的一端为背角，较宽的为腹角；包围在灰质周围染色较淡的部分是白质。

低倍镜观察，将脊髓灰质腹角移至视野中央，观察神经元。在腹角内有许多较大的多突起细胞即脊髓腹角运动神经元，为多极神经元。神经元胞体上的突起包括树突和轴突，但两者不易区分，一般可根据轴突基部的轴丘处染色较浅(无尼氏体)

来识别轴突。选择一个胞体较大、突起较多、核较清晰的神经元移至视野中央。高倍镜观察，神经元的核较大，呈囊泡状，居细胞中央，核内有染色较深的核仁。

#### (4) 结缔组织

1) 透明软骨(猫的气管横切片)：肉眼观察，气管壁内染色略深的“C”形结构即透明软骨，将该部位置于显微镜视野中央。

低倍镜观察，透明软骨表面包有一层致密结缔组织的软骨膜。近软骨膜的软骨细胞较小而密，梭形，单个排列，其长轴与软骨膜平行。软骨中心部分的软骨细胞较大，呈椭圆形或圆形，常2~4个成群分布。由软骨表面至软骨中心有质地均匀的基质。高倍镜观察，有软骨细胞存在的地方称为陷窝。在制片过程中有的软骨细胞脱落，则软骨陷窝呈现为白色空腔；有的软骨细胞有所收缩，其周围的白色间隙也是陷窝的一部分，陷窝周围的基质着色略深，称为软骨囊(图1-7)。

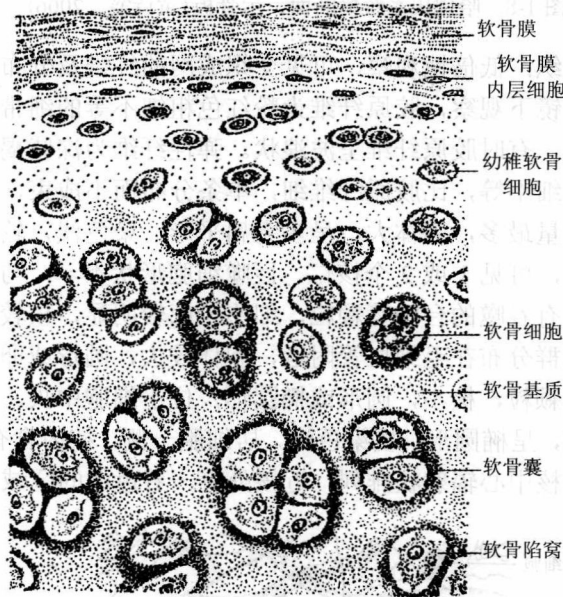


图 1-7 透明软骨(黄诗笄, 2006)

2) 骨组织(长骨横切面磨片)：低倍镜观察，可见许多骨板呈多层同心圆排列的结构，即骨单位(哈佛氏系统)。每个骨单位的中央有一个黑色、较大的圆形管道的横断面即为中央管(哈佛氏管)，在此管周围有许多呈同心圆排列的骨单位骨板(哈佛氏骨板)。各哈佛氏系统之间还存在着一些不呈同心圆排列的骨板，即间骨板。

高倍镜观察，在骨板内或骨板间有许多扁卵圆形呈黑角的小腔隙，即骨陷窝，其内的骨细胞已不存在，骨陷窝向四周发出许多细小放射状的黑色分支即骨小管，相邻骨陷窝之间的骨小管彼此相连通，靠近哈佛氏管的骨小管则与哈佛氏管相连

通(图 1-8)。

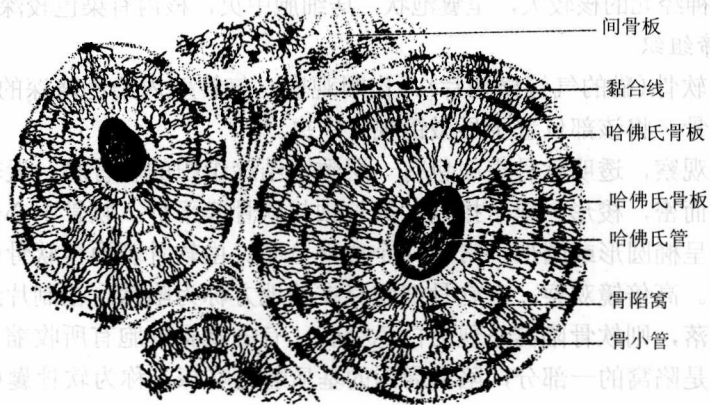


图 1-8 哈佛氏系统横断面, 示骨板(黄诗笺, 2006)

3) 疏松结缔组织: 低倍镜观察, 可见交织成网的纤维及分布在纤维之间的结缔组织细胞。高倍镜下观察, 胶原纤维为粉红色粗细不等的细带状, 它们相互交叉排列, 数量较多, 有时胶原纤维呈波浪状。弹性纤维为深紫褐色, 其断端常呈现卷曲状, 纤维粗细不等, 比胶原纤维细, 单条分布而不成束, 有分支并交织成网。成纤维细胞数量最多, 胞体大, 呈多突扁平形, 染色浅, 轮廓不明显, 核多为椭圆形, 蓝紫色, 可见 1 或 2 个核仁。巨噬细胞形状不一, 与成纤维细胞的区别在于细胞质中含有吞噬的台盼蓝颗粒, 细胞轮廓较明显, 核较小, 圆形或卵圆形。肥大细胞常成群分布在毛细血管附近, 胞体较大, 圆形或卵圆形, 细胞质中充满粗大的蓝紫色颗粒, 核小, 圆形或椭圆形, 位于细胞中央。浆细胞数量少, 很难在铺片上见到, 呈椭圆形, 核染色深, 居细胞一侧, 核内含有丰富的染色质, 聚集在核周围, 向核中心辐射状排列, 近核处有一着色浅的区域(图 1-9)。

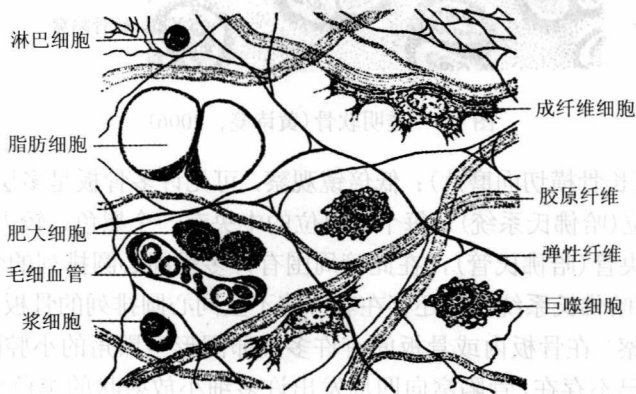


图 1-9 疏松结缔组织(黄诗笺, 2006)

4) 脂肪组织(猫气管横切): 低倍镜观察, 在气管最外面一层的疏松结缔组织中可看到密集成群的圆形或多角形的空泡, 即脂肪组织的脂肪细胞(细胞质内的脂肪滴在制片过程中被乙醇及二甲苯溶解)。在成群脂肪细胞之间有疏松结缔组织分隔。高倍镜观察, 可见脂肪细胞的细胞核为扁圆形或半月形, 偏于细胞的一侧(图 1-10)。

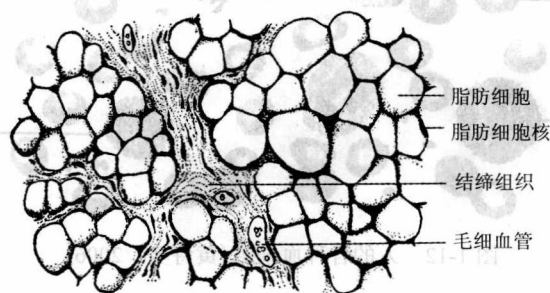


图 1-10 脂肪组织(黄诗笺, 2006)

5) 致密结缔组织(猫的尾腱纵切片): 先低倍镜后高倍镜观察。胶原纤维束粗而直, 彼此平行排列, 腱细胞在纤维束间排列成单行, 切面上呈梭形, 核椭圆形或杆状, 蓝紫色, 两个邻近细胞的细胞核常常靠近, 细胞质不易显示(图 1-11)。



图 1-11 腱(致密结缔组织)(黄诗笺, 2006)

6) 血液(人血涂片): 先低倍镜后高倍镜观察(图 1-12)。

① 红细胞: 数量最多, 小而圆, 无细胞核, 其中央部分着色较周围淡。

② 白细胞: 慢慢移动标本, 观察各种白细胞, 白细胞数量比红细胞少, 但胞体大, 细胞核明显, 极易与红细胞区别开。

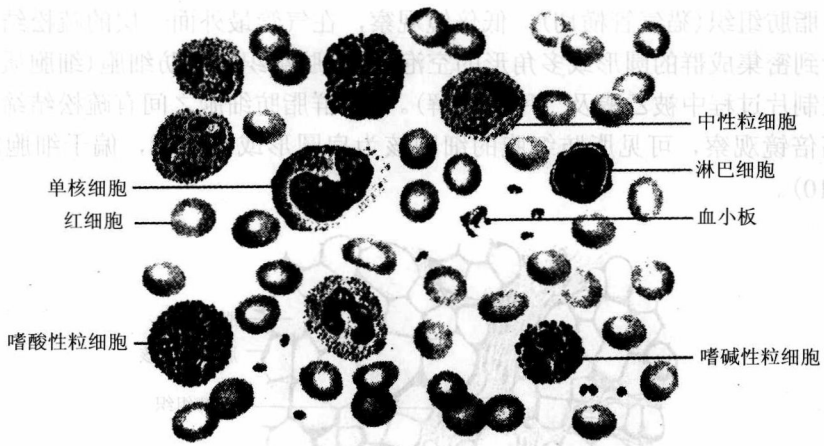


图 1-12 人的各种血细胞(黄诗笺, 2006)

③ 血小板：为形状不规则的胞质小体，其周围部分为浅蓝色，中央有细小的紫色颗粒，常聚集成群，分布于红细胞之间。高倍镜下一般只能看到成堆的紫色颗粒，在油镜下才能看到颗粒周围浅蓝色的细胞质部分。

【作业与思考】

1. 绘 1~2 个人口腔上皮细胞。
2. 比较动物 4 类基本组织的结构特点和功能。



图 1-13 动物结缔组织(黄诗笺, 2006)

④ 血小板：为形状不规则的胞质小体，其周围部分为浅蓝色，中央有细小的紫色颗粒，常聚集成群，分布于红细胞之间。高倍镜下一般只能看到成堆的紫色颗粒，在油镜下才能看到颗粒周围浅蓝色的细胞质部分。

⑤ 嗜酸性粒细胞：为白细胞的一种，其细胞核呈双叶状，胞质中含有大量的嗜酸性颗粒，颗粒呈深红色，能掩盖细胞核。嗜酸性粒细胞的主要功能是吞噬和杀伤寄生虫，以及参与过敏反应。

⑥ 嗜碱性粒细胞：为白细胞的一种，其细胞核呈分叶状，胞质中含有大量的嗜碱性颗粒，颗粒呈深紫色，能掩盖细胞核。嗜碱性粒细胞的主要功能是参与过敏反应，释放组胺等生物活性物质。

## 实验2 原生动物

### 【目的与要求】

1. 学习对运动活泼的微型动物的观察和实验方法；
2. 观察绿眼虫、大变形虫和大草履虫，了解原生动物的基本特征及各纲的分类依据；
3. 认识原生动物的应激性，了解原生动物的科学价值；
4. 熟悉临时装片的制作，掌握临时装片的染色方法；
5. 认识一些常见的原生动物。

### 【实验材料】

纯培养或天然水体采集的高密度绿眼虫、大变形虫和大草履虫，天然水体采集的微型生物水样，草履虫横分裂及接合生殖装片，原生动物染色玻片标本。

### 【用具与药品】

显微镜、载玻片、盖玻片、滴管、吸水纸、擦镜纸、脱脂棉。

1%甲基绿，5%冰醋酸，洋红溶液，10%碘液，蒸馏水，0.1%、0.3%、0.5%、0.7%生理盐水溶液。

### 【操作与观察】

#### 1. 大草履虫的形态结构与运动

##### (1) 大草履虫(*Paramecium caudatum*)临时装片的制备

为限制大草履虫的迅速游动以便观察，先将少许棉花(注意不要太多)纤维撕松放在载玻片中部，吸取大草履虫培养液滴一滴在棉花纤维之间，盖上盖玻片，在低倍镜下观察。如果大草履虫游动仍很快，则用吸水纸在盖玻片的一侧吸去部分水(注意不要吸干)，再进行观察。

##### (2) 大草履虫的外形与运动

在低倍镜下，将光线适当调暗点，使大草履虫与背景之间有足够的明暗反差。可见大草履虫形似一倒置的草鞋，前端钝圆，后端稍尖，体表密布纤毛(图2-1)。在大草履虫运动时注意观察其口沟。从虫体前端开始，体表有一斜向后行直达体中部的凹沟，即口沟，口沟处有较长而强的纤毛，口沟内纤毛的摆动使水流携带食物颗粒进入胞口。

观察大草履虫游动时其周身纤毛如何摆动？大草履虫如何游动？遇到阻碍时如何反应？



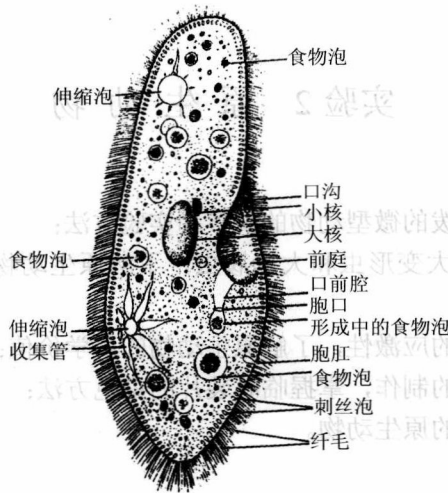


图 2-1 大草履虫的形态结构图(任淑仙, 2007)

### (3) 内部结构

选择一个虫体较大而又不活动的大草履虫转高倍镜观察其内部构造。虫体的表面是表膜(当大草履虫穿过棉花纤维时其体形可否改变?为什么?)。将光线调暗一些,可看到体表纤毛有节律地摆动(大草履虫体表纤毛的分布如何?)。紧贴表膜的一层细胞质透明、无颗粒,为外质,外质内有许多与表膜垂直排列的、折光性较强的椭圆形刺丝泡,外质以内的细胞质多颗粒,为内质。

虫体口沟的末端有一胞口,胞口后连接的导入内质的短管为胞咽,胞咽壁上有由长纤毛联合形成的波动膜(口沟纤毛和胞咽波动膜的波动有何功用?)。胞肛须用特殊染色方法才能显示出来,但在大草履虫排便时可以看到它的位置。

内质里有大小不同的圆形泡,多为食物泡。在虫体的前端和后端各有一透明的圆形泡,可以伸缩,为伸缩泡的主泡。当伸缩泡主泡缩小时,可见其周围有 6~11 个放射状排列的长形透明小管,即收集管(前后伸缩泡之间及伸缩泡的主泡与收集管之间在收缩上有何规律?)。

大草履虫有大、小两个细胞核,位于内质中央,在盖玻片一侧滴一滴 1% 甲基绿(或 5% 冰醋酸),另一侧用吸水纸吸引,使盖玻片下的大草履虫浸在甲基绿(或冰醋酸)中。2~3min 后,在低倍镜下观察,可见虫体中部被染成绿色(或淡黄色)、呈肾形的大核。转高倍镜观察大核凹处有一圆形小核,但不易见到。

### 2. 大草履虫食物泡的形成及变化

取一滴大草履虫培养液于载玻片中央,加少许洋红颗粒于培养液中,混匀,再加少量棉花纤维并加盖玻片。立即在低倍镜下寻找一个被棉花纤维阻拦而不易流动但口沟未受压迫的大草履虫,转高倍镜仔细观察食物泡的形成、大小的变化及其在虫体内环流的过程。