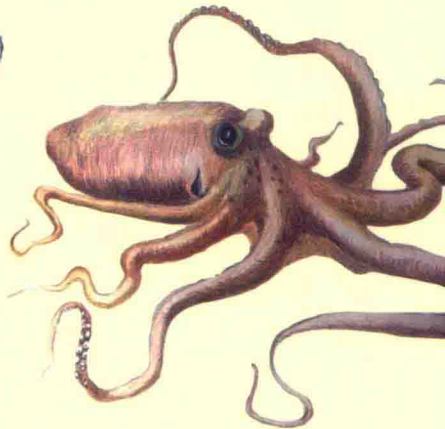
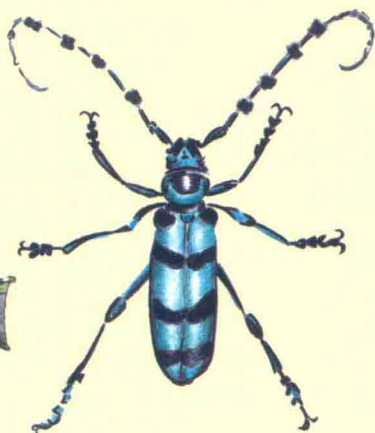
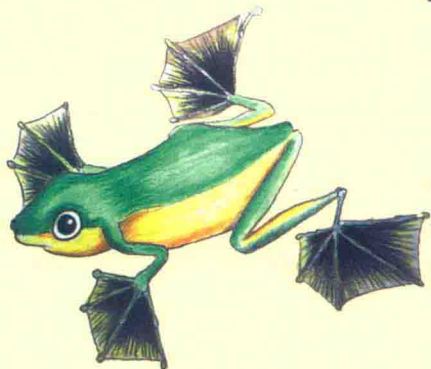
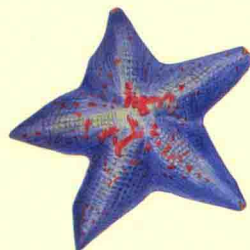


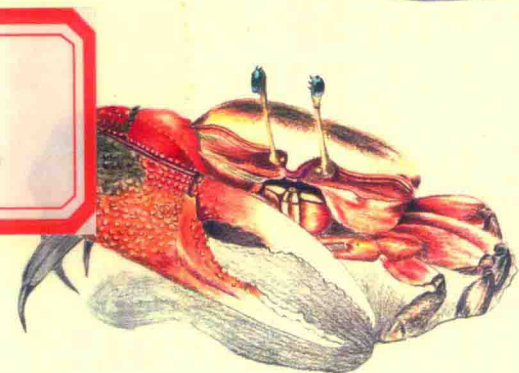
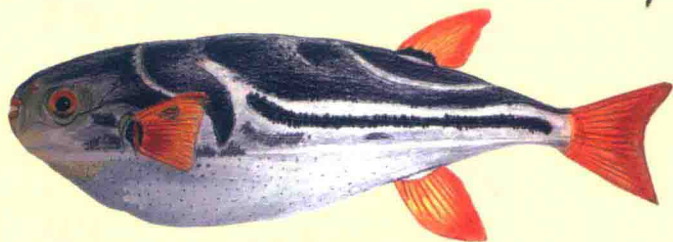
北京大学生命科学基础实验系列教材



Experiments in Animal Biology
动物生物学实验

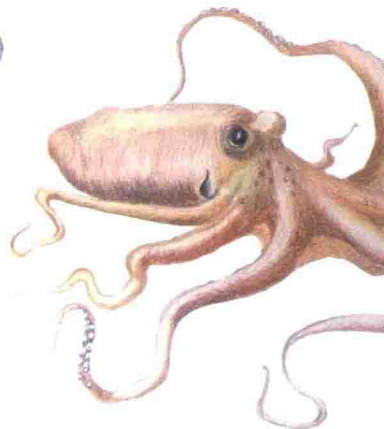
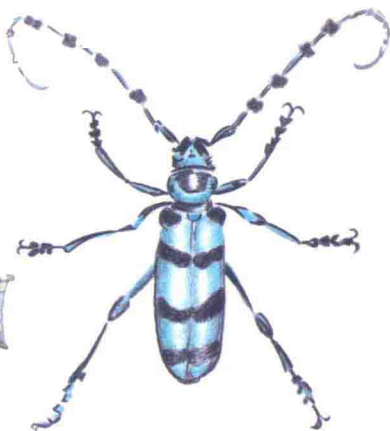
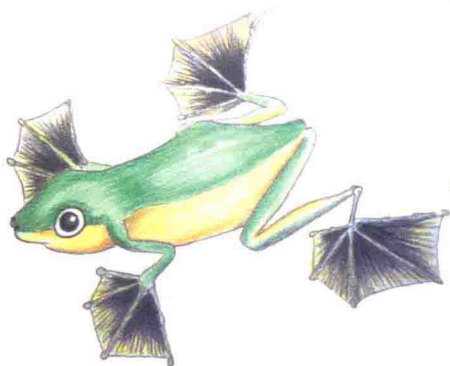


王戎疆 龙 玉 李大建 许崇任 / 编著

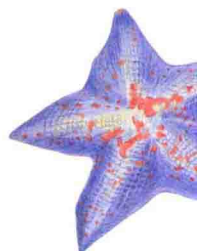


北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

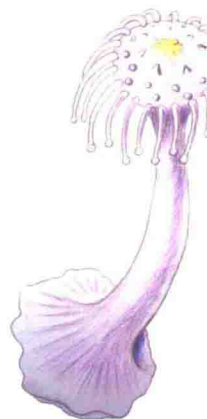
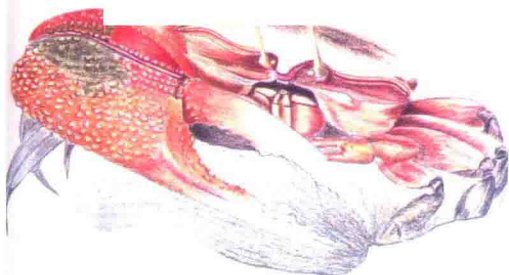
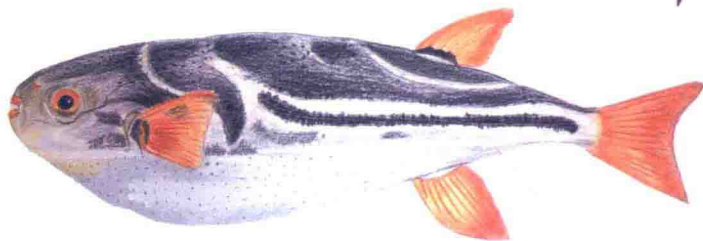
北京大学生命科学基础实验系列教材



Experiments in Animal Biology
动物生物学实验



王戎疆 龙 玉 李大建 许崇任 / 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

动物生物学实验/王戎疆等编著. —北京: 北京大学出版社, 2018.5

(北京大学生命科学基础实验系列教材)

ISBN 978-7-301-29290-7

I. ①动… II. ①王… 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(2018)第034902号

- 书 名 动物生物学实验
DONGWU SHENGWUXUE SHIYAN
- 著作责任者 王戎疆 龙 玉 李大建 许崇任 编著
- 责任编辑 黄 炜
- 标准书号 ISBN 978-7-301-29290-7
- 出版发行 北京大学出版社
- 地 址 北京市海淀区成府路205号 100871
- 网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社
- 电子信箱 zpup@pup.cn
- 电 话 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62754271
- 印 刷 者 北京宏伟双华印刷有限公司
- 经 销 者 新华书店
- 787毫米×1092毫米 16开本 12.75印张 195千字
2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷
- 定 价 75.00元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

前 言

1998年初,根据我国高校生物学教学改革思路,北京大学将原有的“无脊椎动物学”和“脊椎动物学”课程整合起来,率先在国内开设了“动物生物学”课程。为配合“动物生物学”理论课教学的改革,“动物生物学实验”的课程内容也进行了相应的改革,我们将动物的细胞组织、无脊椎动物学和脊椎动物学等相关实验的内容整合在一起,编写了《动物生物学实验指导》,以内部讲义的形式在北京大学“动物生物学实验”课程中使用。我们认为加强基础训练、培养动手能力始终是“动物生物学实验”课程重要的教学目标,强化解剖操作技能一直是这门课程核心内容;同时,我们必须注意到“演化与适应”是动物学课程中非常重要的逻辑线索,可以将各个动物门类有机地串联起来,在实验教学中同样要遵循这一理念,将各类动物进行前后比较,发现结构的“相同与不同”,从结构和功能相适应的角度去理解“演化与适应”。在近二十年的教学实践中,我们不断总结教学经验,向国内同行请教学习,听取学生的反馈意见,努力补充和完善整个实验课程的教学体系。同时,我们也不断修改着这本实验指导,努力完善其理论性、逻辑性、顺序性、指导性和实用性。在北京大学教材建设项目的支持下,我们在原有内部讲义的基础上编写了这本《动物生物学实验》。

本书以各主要动物类群的解剖与观察为主要实验内容,包括了原生动物、海绵动物、腔肠动物、扁形动物、线虫动物、软体动物、环节

动物、节肢动物和棘皮动物等无脊椎动物的主要类群，软骨鱼、硬骨鱼、两栖动物、爬行动物、鸟类和哺乳动物等脊椎动物的主要类群，同时还有动物的组织与早期胚胎发育的实验内容。近年来，模式动物在动物相关生命科学研究中发挥着愈来愈大的作用，为此我们增加了秀丽隐杆线虫的相关内容。在教学过程中，使用者可以根据自己的教学内容和时间对本书中的安排进行取舍。

本书配有大量的原创性实物彩色图片，增强了直观教学效果，便于实际操作中参考，学生可据此独立操作和学习。此外，本书还就一些重要的实验操作录制了视频资料，可通过手机扫描相应的二维码来观看，便于学生对相关操作的学习和掌握。

本书的编写是在北京大学生命科学学院（原生物学系）动物学相关教学人员九十余年教学经验的基础上完成的，由许崇任教授负责全面统筹，动物组织、胚胎发育和无脊椎动物实验部分由龙玉负责编写，脊椎动物实验部分由王戎疆负责编写，李大建为本书提供了部分彩色图片。近些年来还有多位老师参与了动物生物学实验的教学，多位研究生担任了实验课程的助教，大家的共同努力为课程内容的提升做出了巨大的贡献。北京大学生命科学学院对本课程始终如一的重视和支持，也是对我们最大的鼓励。在此我们表示衷心的感谢。


限于我们的水平，本书仍不免会出现各种问题和错误，恳请各位同行批评指正。

编者

2017年6月于北京大学

目 录

- 实验0 实验的基本知识与规范 / 1
- 实验1 单细胞真核生物：原生动物门（Protozoa） / 10
- 实验2 动物的组织 / 18
- 实验3 侧生动物：海绵动物门（Spongia） / 39
- 实验4 两胚层辐射对称的动物：腔肠动物门（Coelenterata） / 44
- 实验5 三胚层无体腔动物：扁形动物门（Platyhelminthes） / 51
- 实验6 具有假体腔的动物：线虫动物门（Nematoda） / 59
- 实验7 真体腔不分节的动物：软体动物门（Mollusca） / 67
- 实验8 分节的真体腔原口动物：环节动物门（Annelida） / 80
- 实验9 身体分节有附肢的原口动物：节肢动物门（Arthropoda） / 89
- 实验10 节肢动物门的多样性 / 101
- 实验11 辐射对称的无脊椎后口动物：棘皮动物门（Echinodermata） / 110
- 实验12 动物的繁殖与早期胚胎发育 / 114

- 
- 实验13** 头索动物亚门、尾索动物亚门和脊椎动物亚门圆口纲 / 123
- 实验14** 适应水生生活的鱼类：软骨鱼纲 / 130
- 实验15** 适应水生生活的鱼类：硬骨鱼纲 / 138
- 实验16** 由水生向陆生转变的过渡动物：两栖纲 / 148
- 实验17** 真正陆生的变温、羊膜动物：爬行纲 / 162
- 实验18** 翱翔天空的恒温脊椎动物：鸟纲 / 167
- 实验19** 最高等的脊椎动物：哺乳纲 / 181
- 参考文献** / 195

实验的基本知识与规范

实验0

实验在生命科学中占有极其重要的地位，许多生命科学的理论知识都来源于实验的感性认识。就动物生物学而言，实验课是和理论课同等重要的学习环节，从实验课程中获得的感性知识是无法单纯从书本中获得的。同时，动物解剖、显微观察等也是重要的科学研究方法，掌握基本的实验技能是将来从事科学研究工作的重要基础。实验课堂还是培养实事求是、严谨认真的科学态度和训练观察、分析、思考、解决实际问题的基本能力的不可或缺的场所。

为了更好地学习动物生物学实验，这里有必要将实验中的一些基本知识和规范做一简单介绍。

一 尊重实验动物

在动物学的教学与研究中，实验动物始终发挥着无可替代的作用。在一些实验中需要处死实验动物，“敬畏生命，尊重实验动物”是在进行这些实验时必须持有的实验态度。“敬畏”不等于“畏惧”，不应以“畏惧”“杀生”而抵触学习。使用实验动物做实验是为了学习相关的生物学知识，而且掌握恰当的动物处死方法也是生命科学研究的基本技能之一。在实验过程中应严格遵循实验流程，严肃认真地学习，不虐杀实验动物，不以虐杀而取乐，不做过度无谓的解剖和实验。同时，不做非学习交流目的的实验图片、视频的扩散和传播。

二 做好准备，认真实验

(1) 上课前必须做好预习，明确实验的目的、要求、内容、方法、重点、顺序及操作中的注意事项，做到心中有数。

(2) 进入实验室将书包及衣物等放在指定地点，携带必要的书本及文具。在实验过程中须全程正确穿着实验服，长发须扎束起来。

(3) 在实验观察中（包括显微镜观察）要遵循从整体结构到局部结构再到整体结构的观察方法，且随时采用比较方法，并联系生理功能，做到理论联系实际。

(4) 实验过程中保持严肃、认真、求实的态度和独立的工作作风，认真记录实验过程和实验数据；注意保持实验桌面和解剖盘内的整洁，不得随意将废弃物弃置于水池或地面。

(5) 实验完毕后每个同学要将自己的仪器、桌面、水池和周围地面清理干净。

三 实验记录

实验记录是对实验过程的客观反映，认真记录实验过程和实验数据是从事科学研究的基本素质。

(1) 使用专门的实验记录本，需为侧面装订，不可使用可拆页的本册。实验记录本需有页码，如无页码，可自行逐页标上连续页码。实验记录本在使用过程中不得撕页。

(2) 实验记录要按顺序记录，中间不应留有大量空白。

(3) 实验记录要求字迹工整，不能潦草，不得涂改，如确有需要修改的地方，可用单线划掉需要更改的内容（要保证原有内容可辨识），必要时需标明修改的原因。

(4) 就动物生物学实验课程而言，主要内容为形态结构的观察，可用文字描述，也可辅以照片（需在相应位置记录照片编号）或简单的绘图予以说明。

四 绘图要求

(1) 用具：铅笔（HB和3H绘图笔各一支）、橡皮、绘图纸（16开）、直尺、铅笔刀。

(2) 绘图要求正确、真实、简要、清晰、干净、美观。

(3) 所绘图形在绘图纸上所占比例要合适，不可过小或过大。

(4) 图形中所有重要结构要求注明名称。由标注部位向图形的两侧引出实线，但绝不可彼此交叉。每侧的线条的终点均应终止在一条直线上，然后分别写明结构名称。

(5) 完成绘图后，应在图纸上方中央写明实验序号、名称，在右上角写明日期、姓名、实验组别、学号，在图下方中央写明图形标题。

五 基本解剖知识

（一）解剖用具及使用

在进行动物解剖时会用到不同的器具，要根据实际需要选取适宜的器具（图0-1）。使用之后请及时将器具放回器械盘中，不可用作他途，如削铅笔、剪与实验无关的物件等。实验完毕后须将所有用过的实验器具洗净擦干，整齐放回器械盘内以备下次使用。

1. 手术刀

刀片与刀柄分离，刀片可更换，主要用于切开皮肤和脏器。由于刀片十分锋利，在使用时必须注意使用者自身的安全。在使用时不可用力过大，以免伤及需要观察的组织 and 器官。不要用手术刀切割较硬的结构（如骨骼），以免造成人员伤害和器械破损。手术刀的持拿方法有四种（图0-2），应视切口的大小、位置等的差异而酌情选择。

(1) 执弓式（或称指压式）：是最常用的一种执刀方式，主要为腕部用力，多适用于切割较长的皮肤切口。

(2) 执笔式：类似握笔的姿势，动作和力量主要在手指，用力轻柔，操作灵活准确，多适用于切割短小切口及精细手术。





图0-1 常用解剖器械

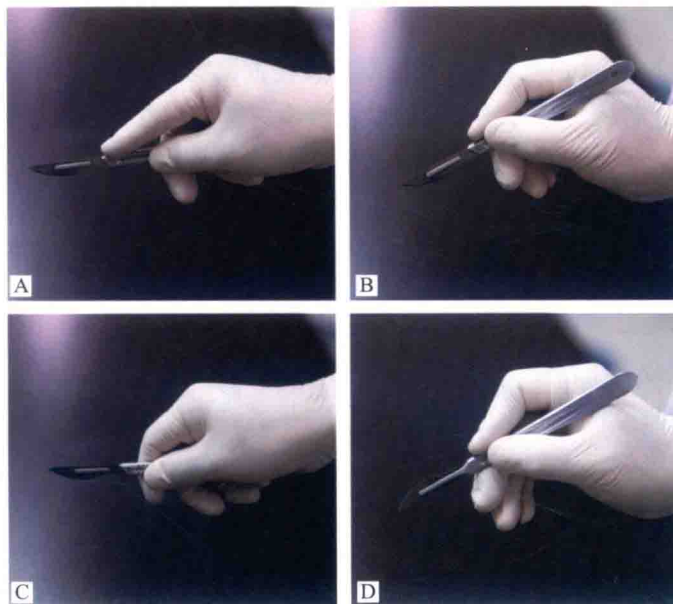


图0-2 手术刀的持拿方法

A. 执弓式; B. 执笔式; C. 握持式; D. 反挑式

(3) 握持式：全手握持刀柄，拇指与食指紧捏刀柄刻痕处，主要活动力点是肩关节，控刀比较稳定。多适用于切割坚厚组织、需用较大的力切割的部位，如截肢、肌腱切开等。

(4) 反挑式：是执笔式的一种变换形式，主要靠手指的力量，操作时先刺入，刀刃由内向外挑开，以免损伤深部组织。

2. 解剖刀

解剖刀的刀片和刀柄连在一起，较钝，主要用于剥离器官间系膜。

3. 镊子

镊子用于夹提器官或组织，也可用于分离。有执笔式和握持式两种持拿方法，前者适用于精细操作，后者则可提供较大的力量。

4. 解剖剪

解剖剪用于剪开软组织，切不可用来剪坚硬物件。因用途不同而有多种类型。使用时将大拇指和无名指伸入剪刀下部的圆环中，中指置于圆环外侧，食指扶在剪刀的侧面，确保可以稳定而灵活地进行操作。

5. 骨剪

骨剪具有厚刃，用于剪断或剪开骨骼。

6. 解剖针

解剖针用于伸入管腔进行探索，并用以毁坏蟾蜍的脑和脊髓；也可用于较小动物（如昆虫等）的组织分离。

7. 其他

解剖盘或蜡盘用于盛放解剖材料；大头针（昆虫针）用于固定解剖材料。

（二）解剖的一般方法

(1) 首先对解剖对象进行整体观察，分辨其前后和背腹，以及身体的分区。分部分进行外形观察。然后把解剖对象放置在解剖盘上，小型无脊椎动物一般要用大头针（昆虫针）固定在蜡盘上。在观察内脏器官时需要剪开体壁，这时大头针（昆虫针）要由外向内 45° 斜插在两侧的体壁上，使工作面较大，不致妨

碍解剖。

(2) 在解剖时必须保持标本潮湿。因为新鲜动物标本内部是湿润的，浸制标本是由固定液保存，一旦标本脱水变干则无法进行观察。因此，解剖小动物时应在解剖盘中加入适量的自来水，防止干燥的同时还可使内部器官漂浮起来便于观察。当需要离开一段时间时，应将标本用湿布覆盖或放回固定液中。

六 解剖镜和显微镜的使用

1. 解剖镜的使用 (参见视频0-1)

解剖镜又称体视显微镜(图0-3)，主要用于观察较小的器官结构，可在镜下进行解剖操作。在使用时需注意如下事项：

(1) 解剖标本不可直接放在载物台上，应放在培养皿或蜡盘中再置于镜下



视频 0-1



图0-3 解剖镜的基本结构

观察；如果标本和承装器皿透明（如线虫等），则应使用透射光源；如果标本和承装器皿不透明，则应使用投射光源。

（2）在调节焦距时，转动调焦螺旋不可太快；同时需注意镜体的齿板，如果露出太多，则需松开立柱上的固定螺丝，调整镜体位置后再固定、调焦。

（3）合理调节放大倍数，放大倍数越大，视野越小，景深也越小。

（4）观察时，可先调整目镜管，使得两个目镜间的宽度适合于自己的瞳距；然后转动调焦螺旋，使目镜成像清晰；若两目镜不能同时成像清晰，则可转动目镜筒上的视觉圈，直至两眼同时看到清晰的物像。

2. 显微镜的使用（参见视频0-2）

在动物生物学实验中，显微镜（图0-4）是用来观察制片和组织切片的。在使用时需要注意如下事项：

（1）调节亮度旋钮，使视野中亮度适中，不要过亮；调节光源处旋钮，使



视频 0-2



图0-4 显微镜的基本结构

视野中的光亮均匀；调节载物台下方集光器的光圈以匹配物镜，观察细微结构时需调小光圈。

(2) 放置载玻片或切片时，载物台应调至最低处；物镜要转至低倍镜（ $4\times$ ）；要使有盖玻片的一面朝上放置在载物台上，切不可放反；切勿使水滴、酒精或其他药品接触镜头和镜台，如果沾污应立即擦净；用推片器弹簧夹夹住玻片，然后旋转推片器螺旋，将所要观察的部位调到通光孔的正中。

(3) 在观察切片时，先用低倍镜（ $4\times$ ）进行观察，使用粗调焦螺旋提升载物台至物镜距标本片约 5mm 处，在上升载物台时，要直视其上升过程，切勿在目镜上观察；寻找要观察的视野，把目标部位放置在视野正中，然后转换中倍镜（ $10\times$ ），最后使用高倍镜（ $40\times$ ），即从整体到局部进行观察，在中倍镜和高倍镜下观察时不得使用粗调焦螺旋，只能使用细调焦螺旋。观察结束后要将物镜从高倍镜、中倍镜转换到低倍镜，将载物台调至最低时才能取下玻片。

(4) 在观察切片时，将两个目镜的距离调整到适合于自己的瞳距，两眼同时观察。

(5) 如果发现目镜有污染，要使用擦镜纸来清理。

七 动物解剖的方位术语

为了正确描述动物结构的位置以及彼此间的相互关系，往往会使用一些方位术语（参见图0-5），以利于学习、交流而避免误解。

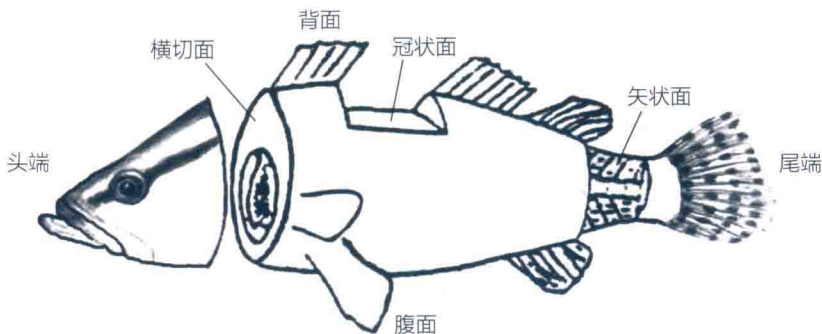


图0-5 动物的方位和切面

动物四肢着地正常站立时，向着地面的一侧为腹面（ventralis），相反的一侧为背面（dorsalis）；朝向头部的一端为头端（cranialis），或称前端（frontalis），朝向尾部的一端为尾端（caudalis），或称后端；解剖中所提及的左右通常是指动物的左侧和右侧。

更靠近正中矢状切面者为内侧（medialis），距这一切面较远者为外侧（lateralis）；距身体中心较近者为近端（proximalis），而相反的部位为远端（distalis）；距体表或器官表面较近者为浅（superficialis），而较远者为深（profundus）。

动物通常为两侧对称的体制，在身体上可以分出3个相互垂直的平面：

矢状面（sagittal section）：由头端至尾端的垂直切面，可以将身体分为左、右两部分；其中沿身体前后正中线可将身体分为左右相等的两部分的矢状面为正矢状切面。

冠状面（coronal section）或额切面（frontal section）：由头端至尾端的水平切面，与矢状面垂直，可将身体分为背、腹两部分。

横切面（transverse section）：垂直于身体正中线的切面，与矢状面和冠状面均垂直，可将身体分为前、后两部分。

在此需要说明的是，人体解剖学中的术语因人体直立而略有不同，有时会用上、下来替代头、尾，用前、后来替代腹、背。

实验1

单细胞真核生物： 原生动物门（Protozoa）

原生动物是目前已知最原始的真核生物，个体多数由单个细胞构成，少数是多细胞的群体，但细胞相对独立。原生动物细胞内有完成各种生理功能的胞器，具备各种生物营养类型，出现在水中运动的结构，具有无性生殖和有性生殖两种生殖方式。

一 实验目的

观察纤毛虫纲的草履虫（*Paramecium* sp.），了解原生动物的基本形态及生理特征。观察和识别原生动物门常见物种，了解其多样性和适应性特征。

二 实验材料与用品

- （1）草履虫活体培养液；
- （2）草履虫分裂生殖和结合生殖装片；
- （3）显微镜、载玻片、盖玻片、滤纸、脱脂棉、墨水、醋酸洋红等；
- （4）原生动物门各物种标本。