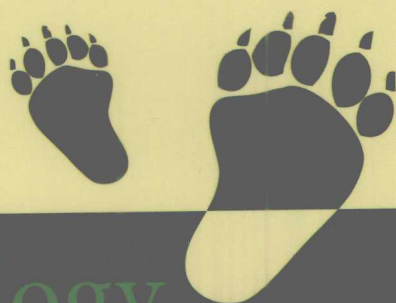




普通高等教育“十一五”国家级规划教材



A Course in
Animal Biology

动物生物学教程

(第2版)

主编 左仰贤



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

A Course in Animal Biology

动物生物学教程

Dongwu Shengwuxue Jiaocheng

(第2版)

主编 左仰贤



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



内容提要

全书共分6章,内容力求简明扼要。第1章概论,介绍动物生物学的基本理论和基础知识。第2章动物的主要类群,包括原生动物、多孔动物门、腔肠动物门、扁形动物门、线虫动物门、轮虫动物门、环节动物门、软体动物门、节肢动物门、棘皮动物门和脊索动物门,还以附门形式简略介绍了无脊椎动物若干小门供选读;此章占全书大部分篇幅,并有较多的插图。其他4章分别是比较动物生理,动物生态及分布,动物的进化和野生动物保护。

本书可供综合性大学、高等师范院校生物系、生物技术系及农林院校用作教材,也可供相关科研人员、研究生及中学生物教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

动物生物学教程 / 左仰贤主编. —2版. —北京:
高等教育出版社,2010.5

ISBN 978-7-04-029127-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 038332 号

策划编辑	潘 超	责任编辑	田 军	封面设计	张 楠	责任绘图	尹 莉
版式设计	王 莹	责任校对	俞声佳	责任印制	朱学忠		

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	咨询电话	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京佳信达欣艺术印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	850×1168 1/16	版 次	2001年8月第1版
印 张	18.25		2010年5月第2版
字 数	460 000	印 次	2010年5月第1次印刷
		定 价	31.10元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29127-00

第2版前言

本书第1版由高等教育出版社、施普林格出版社出版。2006年,《动物生物学教程》(第2版)由教育部立项为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

秉承编写一本比较简明扼要的动物生物学教材的意愿,在基本上不增加篇幅的前提下,第2版主要进行了如下修改:扩充了动物类群的内容,以附门形式简略介绍的无脊椎动物若干小门,可供选读。主要动物门类专门列出系统发生一节。概论中增加了生物发生律一节;重新编写了轮虫动物门、圆口纲、爬行纲、动物生态及分布和野生动物保护等章节;将中生动物门、纽形动物门和半索动物门放入附门中介绍,发育和化石记录等内容的顺序也进行了调整;新增和更换了部分插图;增加了动物的进化内容。

在第2版修订过程中,陈新文博士在插图制作、书稿编校等技术工作方面做了大量工作,朱启顺博士积极协助做联系和组织工作。周伟教授参与部分书稿的审校工作。

《动物生物学教程》(第2版)能否达到或基本达到编者的初衷,仍待实践检验。由于我们的学识所限,错误和不妥之处恳请广大师生和读者予以赐教、批评指正。

左仰贤
2009年10月于云南大学

第1版前言

国内已出版了多种动物学(动物生物学)教材,在动物学教学中发挥着很好的作用和影响。目前,在教学改革的过程中,我国各类高等院校对动物学的教学内容、深度、广度和侧重点等提出了不同的要求。教学的学(期)时数普遍有缩短和减少的趋势。

一段时间以来,我们一直在思考和酝酿编写一本比较简明、扼要的动物生物学教材,旨在使学生在课时较少的情况下掌握动物生物学最基本的理论和知识,为他们学习后续课程打下基础。

参加本书编写的人员是几所院校在动物生物学教学第一线的老、中、青教师,他们从不同角度审视书稿,最后统一了内容和编写格式。除编写有关章节内容外,江望高教授还为本书的编写和出版做了大量的组织和联系工作;胡健生副教授协助编审了部分书稿;陈新文博士在书稿的编校等技术工作方面也作出了贡献。高等教育出版社的林金安和吴雪梅先生为本书的编写和出版给予了很大的鼓励和支持。此外,本书还得到云南大学“211工程”重点学科“高原山地生态与生物资源学”和国家理科基础科学研究和教学人才培养基地云南大学生物学专业点出版基金联合资助。在此一并致以深深的谢意!

本教程能否达到或基本达到编者的初衷,尚待实践和检验。错误和不妥之处恳请广大师生和读者予以赐教、批评指正。

左仰贤

2001年1月于云南大学

目 录

1 概论	1
1.1 生命活动	1
1.1.1 生物的基本特征	1
1.1.2 动物生物学及其分科	1
1.2 动物的生活环境和生存方式	2
1.2.1 动物的生活环境	2
1.2.2 动物的生存方式	2
1.2.3 动物的身体大小	3
1.3 动物体的结构和功能水平	3
1.3.1 细胞	3
1.3.2 组织	6
1.3.3 器官	9
1.3.4 系统	9
1.3.5 动物体的统一整体性	10
1.4 动物的体形	10
1.4.1 对称	10
1.4.2 分节	12
1.4.3 头部形成	13
1.4.4 多态现象	13
1.5 动物的发育	13
1.5.1 胚胎发育阶段	13
1.5.2 螺旋卵裂和辐射卵裂	14
1.5.3 胚层	15
1.5.4 体腔	15
1.5.5 原口动物和后口动物	16
1.5.6 生物发生律	16
1.6 动物分类基本知识	17
1.6.1 种的概念	17
1.6.2 种的双名法	17
1.6.3 分类等级	17
1.6.4 生物的分界及动物界的分门	18
1.7 化石和地质年代	20
2 动物的主要类群	22
2.1 原生动物(Protozoa)	22
2.2 多孔动物门(Porifera)(海绵动	
物门 Spongia)	36
2.3 腔肠动物门(Coelenterata)(刺胞	
动物门 Cnidaria)	42
2.4 扁形动物门(Platyhelminthes)	49
2.5 线虫动物门(Nematoda)	62
2.6 轮虫动物门(Rotifera)	73
2.7 环节动物门(Annelida)	78
2.8 软体动物门(Mollusca)	86
2.9 节肢动物门(Arthropoda)	96
2.10 棘皮动物门(Echinodermata)	121
附:无脊椎动物若干小门	130
2.11 脊索动物门(Chordata)	140
2.11.1 圆口纲(Cyclostomata)	141
2.11.2 软骨鱼纲(Chondrichthyes)和	
硬骨鱼纲(Osteichthyes)	146
2.11.3 两栖纲(Amphibia)	168
2.11.4 爬行纲(Reptilia)	179
2.11.5 鸟纲(Aves)	190
2.11.6 哺乳纲(Mammalia)	206
3 比较动物生理	227
3.1 循环	227
3.1.1 无脊椎动物的血液循环	227
3.1.2 脊椎动物的血液循环	227
3.2 呼吸	227
3.2.1 水生动物	227
3.2.2 陆生动物	228
3.3 排泄与水盐平衡	228
3.3.1 动物的内环境	228
3.3.2 水盐平衡	229
3.4 体温调节	230
3.4.1 环境温度、体温与能量代谢的	
关系	230
3.4.2 动物的体温及调节	230
3.5 激素	231
3.5.1 无脊椎动物的激素	231
3.5.2 脊椎动物的激素	231

3.6 生殖	233	4.8.1 我国自然地理区、带划分	254
3.6.1 无脊椎动物的生殖	233	4.8.2 动物分布区	255
3.6.2 非哺乳类脊椎动物的生殖	233	4.8.3 动物区系	255
3.6.3 哺乳动物的生殖	234	4.8.4 动物区系的变化	256
3.7 神经与感觉	235	5 动物的进化	257
3.7.1 无脊椎动物的神经	235	5.1 动物进化的证据	257
3.7.2 脊椎动物的神经	235	5.1.1 古生物学证据	257
3.7.3 动物的感觉	236	5.1.2 比较解剖学证据	257
4 动物生态及分布	238	5.1.3 胚胎学证据	259
4.1 动物生态学的定义与研究对象	238	5.1.4 动物地理学证据	259
4.2 动物与环境	238	5.1.5 生理生化证据	260
4.2.1 生态因子的作用特点	238	5.1.6 遗传学证据	261
4.2.2 生态因子对动物的作用及动物的 适应	240	5.2 进化原因的探讨	261
4.3 种群生态	242	5.2.1 拉马克学说	261
4.3.1 种群	242	5.2.2 达尔文学说	262
4.3.2 动物种群的空间特征	242	5.2.3 达尔文以后的进化论发展	262
4.3.3 动物种群的数量特征	243	5.3 动物的重要进化历程	263
4.3.4 种群增长	244	5.4 动物进化型式与物种形成	264
4.3.5 自然种群的数量变动及其调节 机制	245	5.4.1 小进化与大进化	264
4.3.6 种内和种间的相互作用	246	5.4.2 进化型式	264
4.4 行为生态	248	5.4.3 物种形成	265
4.4.1 性选择	248	5.4.4 灭绝	266
4.4.2 婚配制度	248	5.4.5 进化树	266
4.4.3 领域行为和社会等级	248	6 野生动物保护	268
4.4.4 集群和社会组织	249	6.1 保护野生动物的重要性	268
4.5 生活史对策	249	6.1.1 野生动物的价值	268
4.5.1 资源配置与权衡	249	6.1.2 保护野生动物的价值	269
4.5.2 繁殖策略	250	6.2 野生动物现状	269
4.6 群落生态	250	6.2.1 世界野生动物物种现状	269
4.6.1 群落的概念	250	6.2.2 我国野生动物物种现状	271
4.6.2 群落的结构	251	6.3 野生动物保护的理论与研 究	271
4.6.3 影响群落结构的因素	251	6.3.1 野生动物保护的研究热点	272
4.6.4 物种多样性	252	6.3.2 野生动物保护的具体工作	272
4.6.5 群落演替	253	6.4 我国的野生动物保护	272
4.7 生态系统	253	6.4.1 野生动物自然保护区	273
4.7.1 生态系统的概念	253	6.4.2 珍稀濒危野生动物的迁地保护	273
4.7.2 生态系统的组分	253	6.4.3 面临问题及对策	273
4.7.3 生态系统的食物链和食物网	253	参考书目	275
4.7.4 生态平衡	254	名词索引	278
4.8 动物的分布	254		

1.1 生命活动

生命是作为生物本质属性而抽象出来的一个概念。因此,生物世界也称生命世界。

1.1.1 生物的基本特征

适应(adaptation):生物为有利于生存而变化的过程,包括个体对某些特殊攻击直接反应的适应性(adaptability)和基因及染色体的可突变性(mutability)。后者不是对特殊需要的反应,而是随机出现的,给后代产生一系列变异性。

应激性(irritability):生物对外界和内部刺激的感觉和反应能力。

内生活动(endogenous motility):不是所有的生物在其生活的全部时期都能运动,但是,其身体的某些部分能产生自生运动,即使是固着的生物也这样。例如,植物的叶转向光、根朝向重力。

营养(nutrition):为了生长、维持生命活动和生殖,生物获取和利用物质(营养物)的过程,包括:摄食(ingestion):摄取营养物;消化(digestion):机械和化学地分解营养物;吸收(absorption):消化产物被组织吸收;内部运送(internal transport):通过身体,常借助于循环系统,将食物、废物等进行分配和运输;新陈代谢(metabolism):在细胞内,生物自身营养物质的化学转化,包括将较大的分子分解为较小的分子并产生能量的分解代谢(catabolism)和将较小的分子合成较大分子并消耗能量的合成代谢(anabolism)。

呼吸(respiration):动物从外界吸入 O_2 和向外界放出 CO_2 而进行的气体交换。

排泄(excretion):动物体排除新陈代谢产生的废物(如氨和尿素)于体外的生理现象。为了保持体内动态的化学平衡,即内环境稳定,又称稳态(homeostasis),过多的物质如部分水和电解质也被排除。排泄不应与排遗(egestion)相混。排遗系指食物在动物体内进行消化,不能被消化的食物残渣,从一定的孔道(如草履虫的胞肛或肛孔,高等动物的肛门等)排出体外的现象。

生殖(reproduction):产生遗传上相似的新个体(后代)的过程,可分为无性生殖和有性生殖。

1.1.2 动物生物学及其分科

动物生物学(animal biology)是研究动物生命活动的科学。动物生物学作为基础学科,研究动物生命活动的各个方面,包括了很多分科。例如,根据研究内容的不同,形成的分科有:动物形态学(animal morphology),如解剖学(anatomy)、组织学(histology)、细胞学(cytology)等;动物生理学(animal physiology);动物分类学(animal taxonomy);动物遗传学(animal genetics);动物胚胎学(animal embryology);动物地理学(animal geography 或 zoogeography)和古动物学(palaeozoology)等。按研究动物类群形成的分科有:原生动物学(protozoology)、昆虫学(entomology)、寄生虫学(parasitology)、鱼类学(ichthyology)、鸟类学(ornithology)和哺乳动物学(mammalogy)等。从不同

研究层次形成的分科有:细胞生物学(cell biology)、分子生物学(molecular biology)和分子遗传学(molecular genetics)等。交叉学科形成的分科有:生物化学(biochemistry)、生物物理学(biophysics)、生物数学(biomathematics)和仿生学(bionics)等。

1.2 动物的生活环境和生存方式

动物为了生存必须解决的问题,主要是食物和 O_2 的获得、水盐平衡、代谢废物的排除和种的延续。其身体结构主要与 3 个因素密切相关,即动物的生活环境、生存方式以及身体大小。

1.2.1 动物的生活环境

动物的生活环境大致有 3 类:海水、淡水和陆地。海水环境一般最为稳定。波浪、潮流和海洋水流使海水持续混合,介质中溶解的气体 and 盐分浓度变化较小。海水的浮力有助于支持动物体,因此,最大的动物总是海生的。由于海水与大多数海生动物体液大约等渗,因此,维持水盐平衡并不困难。海水的浮力和均匀性为动物生殖提供一种理想的介质。在海水中,卵能排出、受精,并能以漂浮的胚胎进行发育。没有干燥、水盐不平衡或被急流冲入不利环境中的危险。很多海栖动物有幼虫期,这有利于种的扩散。幼虫能觅食,所以卵内不需要含大量卵黄物质。

淡水环境的稳定性较海水小得多。河流的混浊度、流速和容量,随着其流程、时间、季节、干旱和降雨量等因素而变化很大。小池塘和小湖泊的含氧量、混浊度和水容量有波动。大湖泊环境基本上随水深的增加而变化。像海水一样,淡水也有浮力,有助于支持。但是,低盐浓度对维持水盐平衡造成某些困难,因为动物体内较外部环境含有较高的盐浓度,水分渗入动物体内,于是,生活在淡水中的动物有一个排除多余水分的问题,即渗透调节。另外,淡水动物的卵通常由母体携带,或者附着在河底或湖底,而不是像海水动物那样自由漂浮。淡水动物一般无幼虫期,因为漂浮的卵以及自由生活的幼虫太容易被水流冲走。淡水动物通常为直接发育,卵内含较多的卵黄。不管是海水或是淡水的水生动物,它们排出的含氮废物是氨,氨极易溶于水,且有毒性,排出时伴有相当量的水分。对于水生动物,丧失水分并不造成威胁,氨的排出不困难。

陆生动物的生活环境最严酷。动物缺乏水浮力的支持。最严酷的问题是由于蒸发作用导致水分丧失,这是陆生动物首要解决的难题。陆生动物的体壁是体内、外环境之间较好的屏障。潮湿的呼吸表面,可减低干化。含氮废物通常以尿素或尿酸形式排出,这些物质毒性较低,不需伴随大量水分排出。体内受精。卵常有保护性包被包裹,或产于潮湿的环境中。除昆虫和少数其他节肢动物以外,卵含有大量卵黄,直接发育。抵抗干燥能力较差的陆生动物常夜间活动,或局限在潮湿的栖息地活动。

1.2.2 动物的生存方式

自由活动的动物一般是两侧对称,神经系统和感觉器官集中在身体的前端。

附着或固着生活的动物为辐射对称,或趋于辐射对称。这类动物所处的环境,除了上、下有别外,其周围各个方向的环境基本是相同的。常有骨骼、包膜或各种管状物用作支持或保卫。

动物的觅食机制通常与其生存方式密切相关。快速游泳或爬行的动物常是肉食性的,活动较缓慢的可能是食腐动物或草食动物。栖息地为底部沉淀物者常常是食底泥动物。食底泥动物可以无选择地吞入其栖息处的物质:无机物颗粒和有机物,有机物质被消化,无机物被排出或喷

出。但是,很多食底泥动物吞入的食物是有选择的,它们具有各种结构以选择较轻的有机物质,而放弃较重的无机物颗粒。固着动物可以是滤食性,悬浮于水中或附在动物体表的有机物碎片,微小的动、植物,被水流送入体内,食物颗粒由特殊的纤毛传送入口。

1.2.3 动物的身体大小

动物的结构与动物的身体大小有关。当动物身体增大时,其表面积与体积之比减小,因为体积按体长的立方增加,表面积按平方增加。动物身体大了,其表面积就相对地小了。小型动物身体的表面积与其体积比较,已足以通过体表的扩散作用有效地完成气体和物质的交换,内部的运输作用也能以扩散作用进行。但是,对于大型动物,就不能仅靠扩散完成传递运输作用,因为距离太远,于是,需要比较有效的物质运输机制。大型动物产生体腔和循环系统,内部器官卷曲、褶皱,使其表面积增加,有助于分泌、吸收、气体交换和其他生理活动。

1.3 动物体的结构和功能水平

动物体的结构和功能水平分为 5 级,即细胞 (cell)、组织 (tissue)、器官 (organ)、系统 (system) 和有机体 (organism)。

1.3.1 细胞

细胞是动物体结构和功能的基本单位。

1.3.1.1 原核细胞与真核细胞

细胞有原核细胞 (prokaryotic cell) 和真核细胞 (eukaryotic cell) 之分。细菌和蓝藻是原核细胞,其他生物都是由真核细胞构成的。原核细胞比真核细胞小,直径很少超过 $2\text{ }\mu\text{m}$,结构简单,它除了表面的细胞膜以外,没有细胞核,也没有其他细胞器,但有 1 个被称为染色体的环状 DNA 分子,它和 RNA、酶等组成 1 个基因转录、翻译系统。细胞质中还可含有一些小分子 DNA,称为质粒 (plasmid)。在原核生物中,鞭毛是 1 种单一的结构,看不到像真核生物中鞭毛 $9+2$ 的微管结构。真核细胞较大,直径可达 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上,有细胞核和多种细胞器。下面主要介绍真核细胞 (图 1-1)。

1.3.1.2 细胞膜

细胞膜又称质膜 (plasma membrane),是细胞表面的膜。其重要生理功能是半透性 (semipermeability) 或选择透过性 (selective permeability),即有选择地允许物质通过扩散、渗透和主动运输等方式出入细胞,保证细胞进行正常代谢。此外,大多数细胞膜上还存在着激素的受体、抗原结合位点以及其他有关细胞识别位点。所以质膜在激素作用、免疫反应和细胞通讯等过程中起着重要作用。

1.3.1.3 细胞核

真核细胞都有完整的细胞核 (nucleus)。有些细胞是多核的,大多数细胞则是单核的 (图 1-1)。细胞核在细胞的代谢、生长和分化中,都起着重要作用。遗传物质主要存在于核中,所以细胞核是细胞的控制中心。细胞核包括核被膜、染色质、核仁和核基质等部分。

(1) 核被膜:核被膜 (nuclear envelope) 包在核的外面,包括核膜和核膜下面的核纤层 (nucle-

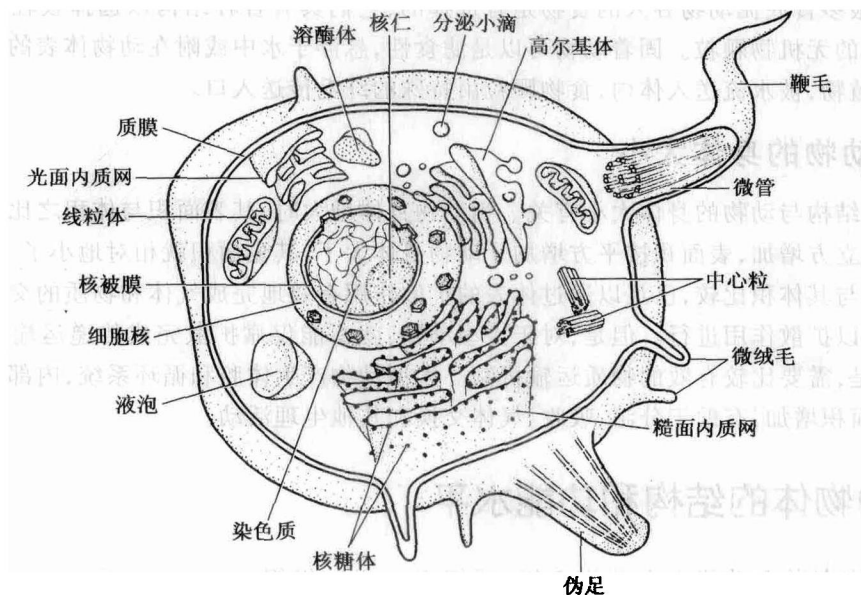


图 1-1 动物细胞结构(仿 Jessop, 1988)

ar lamina)2 部分。核膜由 2 层组成,外膜延伸而与细胞质中糙面内质网相连,外膜上附有核糖体颗粒,因此,外膜实为围核的内质网部分。核纤层的成分是一种纤维蛋白,称核纤层蛋白(lamin)。核膜上有小孔,称核孔(nuclear pore)。

(2) 染色质:用固定染色技术,如用苏木精染色,可在光镜下看到细胞核中许多或粗或细的长丝交织成网,网上还有较粗大、染色更深的团块,这些就是染色质(chromatin)。真核细胞染色质的主要成分是 DNA 和蛋白质,也含少量 RNA。细丝状的部分称常染色质(euchromatin),是 DNA 长链分子展开的部分,非常纤细,染色也较淡。较大的深染团块是异染色质(heterochromatin),是 DNA 长链分子紧缩盘绕部分。细胞分裂时,染色质进一步浓缩而成光学显微镜下清晰可见的染色体(chromosome)。

(3) 核仁:核仁(nucleolus)是细胞核中圆形或椭圆形的颗粒状结构,没有被膜。核仁的主要成分是蛋白质和 RNA。核仁数目为 1 至多个,但各种生物的核仁数目一般都是固定的。

(4) 核基质:核基质(nuclear matrix)不是无结构的液体,而是成纤维状的网,充满在细胞核中,网孔中充以液体。网的成分是蛋白质。核基质是核的支架,并为染色质提供附着的场所。

1.3.1.4 细胞质和细胞器

除细胞核外,细胞内的其余部分属于细胞质(cytoplasm)。细胞质的外围是质膜,即细胞外表面。在质膜与细胞核之间是胞质溶胶(cytosol),各种细胞器均存在于其中。胞质溶胶含有丰富的蛋白质,细胞中 25% ~ 50% 的蛋白质都存在于胞质溶胶中。胞质溶胶含有多种酶,是细胞进行多种代谢活动的场所。主要的细胞器(图 1-1)有:

(1) 内质网和核糖体:内质网(endoplasmic reticulum, ER)为细胞中的膜性管道,它们可从核附近延伸到细胞膜,形成一个相连接的管道系统。内质网可分为 2 类:膜表面附着核糖体(ribosome)者称为糙面内质网(rough ER),细胞内蛋白质的合成就在此核糖体中进行,合成后需要外

输的蛋白质通过管道系统运出;另一类膜表面不附着核糖体者称为光面内质网(smooth ER),它可能与糖原代谢、类固醇激素的生成、脂质的运送、肌肉的收缩以及解毒作用有关。

(2) 高尔基体:高尔基体(Golgi apparatus)由一系列扁平小囊和小泡组成。它与细胞内合成的物质的加工、储藏和分泌有关。高尔基体是细胞的转运站,运出细胞的物质先在这里“加工装箱”,以备外输。

(3) 线粒体:线粒体(mitochondria)是内外2层膜包裹的囊状细胞器,囊内充以液态的基质。内外2层膜之间有腔。外膜平整无折叠,内膜向内折入形成嵴(cristae)。线粒体的主要化学成分是蛋白质和脂质,还含有DNA、RNA和金属离子。线粒体是细胞的“动力站”,生命活动的总能量中,95%来自线粒体。

(4) 溶酶体:溶酶体(lysosome)是一种单层膜包裹的小泡,其数目和大小变化很大。溶酶体是由高尔基体断裂产生的,内含40种以上水解酶,可催化蛋白质、多糖、脂质以及DNA和RNA等大分子的降解。溶酶体的功能是消化从外界吞入的颗粒和细胞本身的碎渣。

(5) 鞭毛、纤毛和中心粒:鞭毛(flagellum)和纤毛(cilium)是细胞表面的附属物。两者为运动细胞器,基本结构相同(图1-2)。鞭毛和纤毛四周有9束微管,每束由2根微管组成,称二体微管,中央是2根单体微管,这种结构模式称为 $9(2)+2$ 排列。鞭毛和纤毛的基部与埋藏在细胞质中的基粒(basal granule)相连。

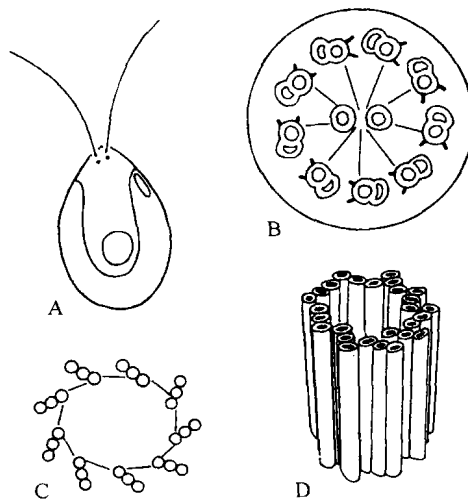


图 1-2 鞭毛、基粒及中心粒(仿陈阅增等,1997)

A. 衣藻(示鞭毛); B. 鞭毛横切; C. 基粒横切; D. 中心粒

基粒也是由9束微管构成,不过每束微管是由3根微管组成,称为三体微管,基粒的中央无微管(图1-2)。基粒的这种结构模式称为 $9(3)+0$ 排列。

中心粒(centriole)是另一类由微管构成的细胞器。通常1个细胞中有2个中心粒,彼此成直角排列。每个中心粒是由排列成圆筒状的9束三体微管组成,中央没有微管(图1-1、图1-2)。中心粒埋藏于一团特殊的细胞质,即中心体(centrosome)之中,中心体又称微管组织中心,因为很多微管都是由此放射状地伸向细胞质中。

(6) 液泡:液泡(vacuole)是在细胞质中由单层膜包围的充满水液的泡,普遍存在于植物细

胞中。原生动物的伸缩泡也是一种液泡。

(7) 微体:微体(microbody)与溶酶体很相似,也是单层膜泡状小体,但所含的酶却和溶酶体不同。一种微体称为过氧化物酶体(peroxisome),是动、植物细胞都有的微体,内含氧化酶。细胞中脂质转化为糖的过程就发生在这种微体中。

(8) 细胞骨架:包围在各细胞器外面的细胞溶质不是简单的均质液体,而是含有一个由3种蛋白质纤维构成的支架,即细胞骨架(cytoskeleton)。这3种蛋白质纤维是微管(microtubule)、肌动蛋白丝(actin filament)和中间纤维(中间丝)(intermediate filament)。它们有支持、运动和运输等功能。

细胞存在生长和分裂过程,其生长和分裂都有周期性。细胞从1次分裂开始到第2次分裂开始所经历的全过程称为1个细胞周期(cell cycle)。细胞周期可划分为分裂期(mitotic phase)和分裂间期(interphase)。一般分裂间期占细胞周期的大部分时间,处于分裂间期的细胞在形态上没有变化,但在生化合成方面却发生了深刻变化。DNA的复制以及多种蛋白质的合成都发生在这一时期。分裂期占时较短,是将分裂间期复制的DNA以染色体的形式平均分配到2个子细胞中去,使每个子细胞都得到1组与母细胞相同的遗传物质。

1.3.2 组织

组织是由一些形态类似、机能相同的细胞群构成的。在组织内,不仅有细胞,也有非细胞形态的物质——“细胞间质”(如基质、纤维等)。高等动物及人的组织可分为4大类,即上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织(图1-3)。

1.3.2.1 上皮组织

上皮组织(epithelial tissue)由紧密排列的上皮细胞和少量的细胞间质所组成,覆盖在体表和体内以及各器官内外的表面(图1-3)。覆盖体表的皮肤上皮组织,称“表皮”,有保护作用,防止有害物侵入;覆盖在腹膜、胸膜、心外膜等浆膜的内表面者,称为“间皮”,使内脏活动自如,防止相互粘连;覆盖在血管、淋巴管、心脏等管腔的内表面者,称为“内皮”,有减少血液或淋巴液流动的阻力和便于物质的交换作用。此外,甲状腺、肾上腺等内分泌腺和消化腺、皮肤腺等外分泌腺,是由具有特殊分泌功能的上皮细胞所组成,称为“分泌上皮”。上皮组织也可按组成的细胞形状分为:扁平上皮、立方上皮和柱状上皮等。按组成的细胞层数可分为单层上皮(如浆膜、胃肠道黏膜上皮)和复层上皮(如皮肤表皮、咽喉黏膜上皮)。从细胞上的附属物来看,又有纤毛上皮和鞭毛上皮之分。上皮组织来源于3个胚层,具有保护、吸收、排泄、分泌和呼吸等功能。

1.3.2.2 结缔组织

结缔组织(connective tissue)与上皮组织不同,特点是细胞间质多,细胞种类多。细胞间质包括基质和纤维2种成分。根据纤维的形态和化学成分的不同,可分为胶原纤维(白纤维)、网状纤维和弹性纤维(黄纤维)3类。纤维有联系体内各组织和器官的作用。基质是略带胶黏性的物质,填充于细胞和纤维之间,为物质代谢的交换媒介。根据结缔组织的性质和成分,又可分为疏松结缔组织(网状组织、蜂窝组织、脂肪组织)、致密结缔组织(鞘、韧带、腱、软骨和骨)(图1-3)和血液。脂肪的主要成分是细胞;韧带的主要成分是纤维;而软骨的主要成分是基质。血液也是一种结缔组织,由各种血细胞(图1-4)和血浆组成。血浆是液体状的细胞间质。血浆中有纤维蛋白原存在,在血浆内处于溶解状态。在一定条件下,纤维蛋白原可变为纤维蛋白而成纤维状的凝块,从溶液中析出,以促进血液凝固。如果从血浆中除去纤维蛋白,血浆就丧失凝固能力。这

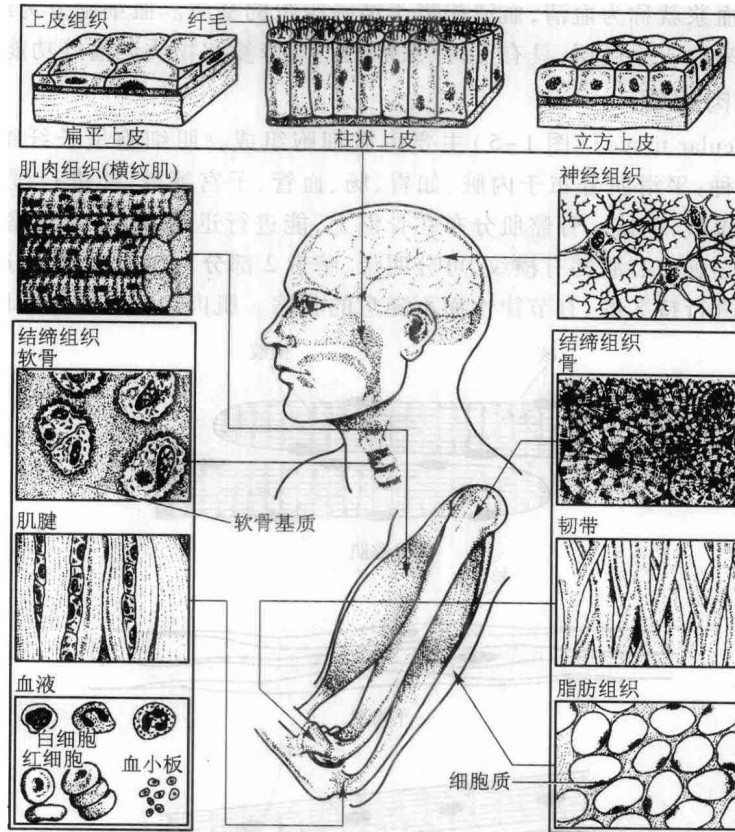


图 1-3 动物的 4 类基本组织(仿胡玉佳,1999)

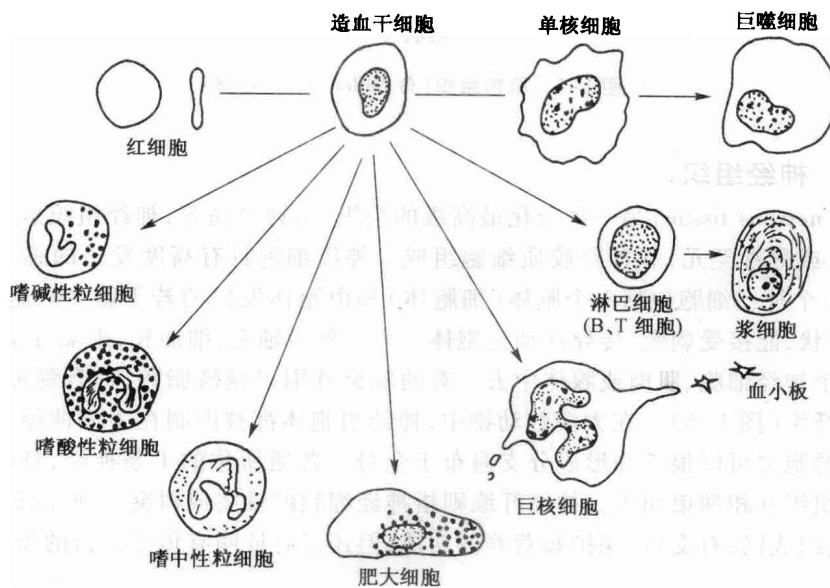


图 1-4 血细胞(仿陈阅增等,1997)

种没有纤维蛋白的血浆就称为血清,血清相当于结缔组织的基质。血细胞分为红细胞、白细胞和血小板。结缔组织来源于中胚层,具有支持、保护、营养、修复和物质运输等功能。

1.3.2.3 肌肉组织

肌肉组织(muscular tissue)(图 1-5)主要由肌细胞组成。肌细胞呈长纤维状,故又称肌纤维。肌肉组织分 3 种:平滑肌分布于内脏,如胃、肠、血管、子宫等处,能进行缓慢而不随意的收缩。平滑肌细胞呈梭形,单核。骨骼肌分布在骨骼上,能进行迅速、随意的收缩。骨骼肌是多核的。骨骼肌和组成心脏的心肌都有横纹,可分明带、暗带 2 部分。肌肉收缩时,暗带宽度不变,明带则变窄。心肌能进行持久的、有节律性而不随意的收缩。肌肉组织来源于中胚层。

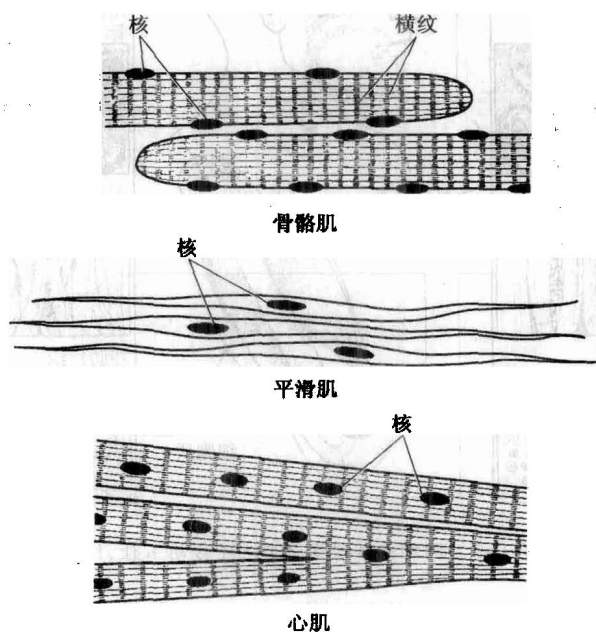


图 1-5 肌肉组织(仿 Vilee et al. 1978)

1.3.2.4 神经组织

神经组织(nervous tissue)是一种分化最高级的组织,动物愈高等,神经组织愈发达。神经组织由神经细胞(或称神经元)和神经胶质细胞组成。神经细胞具有高度发达的感觉刺激和传导兴奋的能力。1 个神经细胞包括 1 个胞体(细胞体)和由胞体发出的若干胞突。胞突有 2 种:一种为树突,如树状,能接受刺激,传导冲动至胞体。另一种为轴突,细而长,末端分支,传导冲动离开胞体至另一个神经细胞、肌肉或腺体中去。有的轴突外围以髓磷脂鞘,称有髓神经纤维,无鞘者称无髓神经纤维(图 1-6)。在大多数动物中,神经细胞体都被限制在中枢神经系统 and 神经节里,但是,它们的胞突可以很长并形成分支遍布于全身。普通所称的 1 条神经,是由一群轴突和树突以及结缔组织互相捆束而成。神经纤维则指神经细胞的轴突或树突。神经胶质细胞发出很多突起,彼此交织成网,有支持、保护和营养的功能,但还没有证明有传导兴奋的能力。神经组织来源于外胚层。

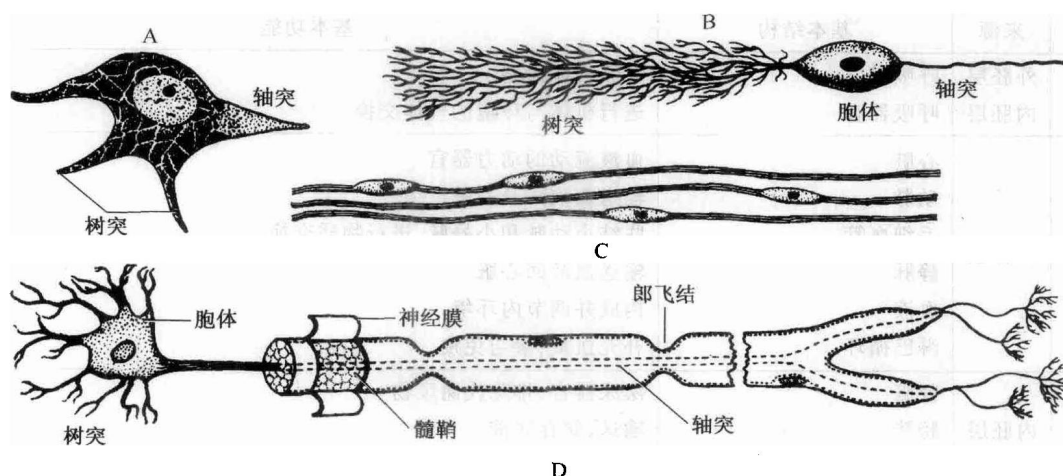


图 1-6 神经细胞的类型(仿 Storer *et al.* 1965)

A. 运动神经元胞体; B. 小脑中浦肯野细胞; C. 无髓神经纤维; D. 有髓神经纤维

1.3.3 器官

器官是由一群组织组成的大功能单位。在高等动物,1种器官可含有4种基本组织的大部或全部。如心脏,有上皮组织作被覆和内膜,结缔组织作支架,血液执行运输功能,肌肉组织司收缩,神经组织进行协调。

1.3.4 系统

一些机能上有密切联系的器官联合起来完成一定的生理机能即成系统(system)。如口腔、咽、食道、胃、肠、肛门以及肝、胰、胆等器官联合起来构成消化系统。高等动物有许多系统,除消化系统外,还有皮肤系统、运动系统、呼吸系统、循环系统、排泄系统、内分泌系统、神经系统和生殖系统等(表1-1)。

表 1-1 各器官系统的来源和基本结构功能(赛道建,2006)

系统	来源	基本结构	基本功能
皮肤	外胚层	表皮、衍生物有腺体和色素细胞、外骨骼	保护机体免受理化因素的损伤,防止机体失水或过多吸水
	中胚层	真皮	排泄、分泌、呼吸、感觉等功能
骨骼	外胚层	外骨骼	骨骼为机体的支架,保护柔软器官,供肌肉附着构成运动杠杆
	中胚层	内骨骼	
肌肉	中胚层	骨骼肌 平滑肌	受刺激后收缩,维持姿势和器官平衡;参与运动和体内物质运输
消化	内胚层	消化管	摄食、物理消化、运输和排除废物、吸收营养物质 分泌消化液,进行化学消化
	中胚层	消化腺	

续表

系统	来源	基本结构	基本功能
呼吸	外胚层 内胚层	呼吸道 呼吸器官	呼吸气体通路 进行机体与环境的气体交换
循环	中胚层	心脏 动脉 毛细血管 静脉 血液 淋巴循环	血液流动的动力器官 输送血液离开心脏 联结小动脉和小静脉,进行物质交换 输送血液回心脏 构成并调节内环境 补充血量,参与免疫
排泄	内胚层 中胚层	肾脏 膀胱 输尿管 尿道	泌尿器官,排除代谢废物 输送,储存尿液 调节水盐代谢,体液酸碱平衡,维持内环境稳定
生殖	中胚层	生殖管道 雄性为输精管 雌性为输卵管、子宫等 生殖腺	保证受精和受精卵的发育 输送精子 输送卵子,受精卵发育繁衍后代 产生形成生殖细胞
神经	外胚层	脑 脊髓 外周神经	高级神经中枢,综合分析传入的信息 非条件反射中枢 感受并传入或传出神经冲动,感受环境变化
感官	外胚层	眼 耳 嗅觉器官	接受视觉刺激信号 接受声波刺激信号 感受味觉等化学刺激信号
内分泌		无腺体	分泌激素,调节代谢、生长发育和生殖等生理机能

1.3.5 动物体的统一整体性

动物体有许多不同的细胞、组织、器官和系统,但是它们不是细胞、组织、器官和系统的机械总和。它们在神经系统和内分泌系统的调节控制下,相互联系,紧密配合,完成整个的生命活动,使之成为统一的整体——动物体。

1.4 动物的体形

1.4.1 对称

对称(symmetry)一般指图形和形态被点、线或平面区分为相等的部分。在动物多种多样的体形中,最基本的是对称问题,在一定程度上它可反映出动物的进化历程以及动物对不同环境的适应性。动物身体的对称性(图 1-7)大致分为: