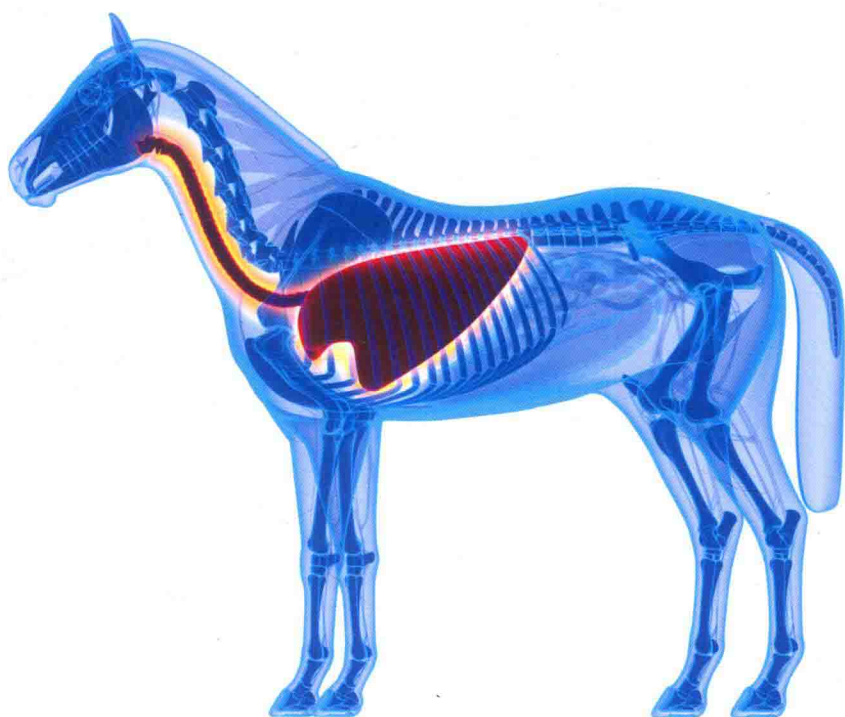




普通高等教育“十三五”规划教材

动物解剖学与组织胚胎学



Animal Anatomy and
Embryology

李恩中 主编

普通高等教育“十三五”规划教材

动物解剖学与组织胚胎学

| 李恩中 主编 |

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物解剖学与组织胚胎学/李恩中主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5184-0528-2

I. ①动… II. ①李… III. ①动物解剖学②动物胚胎学—组织(动物学) IV. ①Q954

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 221169 号

责任编辑: 王 朗 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 燕 杰 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 22

字 数: 532 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-0528-2 定价: 48.00 元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

150105J1X101ZBW

编写人员名单

主 编 李恩中

参编人员（按姓氏笔画排序）

王改玲 王明成 李 宾

李玉芳 杨玉荣

前 言

《动物解剖学与组织胚胎学》是国家应用技术大学改革试点战略研究院校之一——黄淮学院的李恩中博士带领的动物解剖学与组织胚胎学教学团队 10 多年教学成果的经验总结。本教材的基本理念是以系统解剖为主线，以实用型人才培养为基准，结合国外相关教材，重新设计绘制一些插图，使抽象的内容更容易理解。

本教材适用于动物医学、动物科学、畜牧兽医等相关专业的本专科学生使用，也可作为相关专业的教师、执业兽医师和其他畜牧工作者随手查阅的参考资料。

本教材在文字和图片资料整理过程中，参考了大量的国内外资料。在此对这些资料的所有者表示由衷的感谢！张世卿教授在本教材的资料整理和审核方面付出了辛勤的汗水和不懈的努力。在此对张世卿教授的特别贡献表示衷心感谢！

由于时间仓促、水平有限，虽已尽心尽力，但疏忽与错误在所难免，如能得到同行专家、师生的批评指正，我们将不胜感激。

编 者
2017.9

目 录

绪论	1
第一章 动物细胞	5
第一节 动物细胞的基本构造	5
第二节 细胞周期	13
第三节 细胞分化、衰老和死亡	15
第二章 组织学基础	17
第一节 组织学技术概述	17
第二节 上皮组织	22
第三节 结缔组织	26
第四节 肌肉组织	34
第五节 神经组织	39
第三章 骨与骨连结	48
第一节 骨与骨连结概述	48
第二节 头骨及其连结	55
第三节 躯干骨及其连结	60
第四节 前肢骨及其连结	67
第五节 后肢骨及其连结	74
第四章 骨骼肌	82
第一节 骨骼肌概述	82
第二节 皮肤	84
第三节 头部的主要肌肉	85
第四节 躯干部的主要肌肉	87
第五节 前肢的主要肌肉	96
第六节 后肢的主要肌肉	103
第五章 消化系统	110
第一节 消化管	110
第二节 消化腺	129
第三节 网膜与肠系膜	138
第六章 呼吸系统	140
第一节 呼吸道	140
第二节 肺	145
第七章 泌尿系统	151
第一节 肾	152
第二节 尿路	158

第八章 生殖系统	160
第一节 雄性生殖器官	160
第二节 雌性生殖器官	171
第九章 心血管系统	178
第一节 心脏	178
第二节 血管概述	183
第三节 肺循环的血管	187
第四节 体循环的血管	188
第五节 胎儿血液循环的特点	208
第十章 淋巴和免疫系统	210
第一节 淋巴管	210
第二节 淋巴器官	212
第三节 单核吞噬细胞系统	228
第十一章 脊髓和脊神经	230
第一节 脊髓	230
第二节 脊神经	234
第十二章 脑和脑神经	243
第一节 脑	243
第二节 脑神经	255
第十三章 植物性神经	263
第一节 交感神经	264
第二节 副交感神经	267
第三节 交感神经与副交感神经的区别	268
第十四章 神经传导路	270
第一节 感觉传导路	270
第二节 运动传导路	273
第十五章 脑脊髓膜和血管	276
第一节 脑脊髓膜	276
第二节 脑脊髓的血管	277
第十六章 感受器和感觉器官	279
第一节 感受器概述	279
第二节 视觉器官——眼	282
第三节 位听器官——耳	287
第十七章 内分泌系统	292
第一节 垂体	292
第二节 肾上腺	294
第三节 甲状腺和甲状旁腺	296
第四节 松果腺	298

第十八章 被皮·····	299
第一节 皮肤·····	299
第二节 皮肤衍生物·····	300
第十九章 家禽解剖特点·····	309
第一节 运动系统·····	309
第二节 消化系统·····	314
第三节 呼吸系统·····	319
第四节 泌尿生殖系统·····	323
第五节 脉管系·····	327
第六节 内分泌腺·····	330
第七节 神经系统·····	332
第八节 感觉器官·····	336
第九节 被皮系统·····	338
参考文献·····	340

绪 论

一、动物解剖学与组织胚胎学的概念和意义

地球上生活着的生物，除病毒类（非细胞型生物）以外，其机体的基本结构单位是细胞。单细胞生物有机体仅由一个细胞构成，多细胞生物由许多细胞构成。在多细胞生物有机体中，一些形态相似、功能相关的细胞和细胞间质共同构成组织；数种功能相关的组织以一种组织为主构成能够执行某种生理功能、具有特征性的形态结构，即为器官；功能相关的器官，一般依特定的顺序连接起来，共同完成某些方面的生理活动，构成系统；若干系统按照特定的构造层次或方式集合在一起，形成特定的、完整生命有机体。生物体的各种生命现象的体现，都是以构成有机体的所有细胞之间的统一协调为基础，以细胞为单位来完成的。因此，细胞被视为细胞型生物形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。

解剖学是研究生命有机体形态结构及其发生、发展规律性的科学。动物解剖学是以哺乳动物（以饲养动物为代表）及家禽为主要对象的解剖学。根据研究的结构水平，解剖学可分为大体解剖学和显微解剖学。

大体解剖学主要是借助刀、剪等解剖器械，用切割分离的方法研究动物有机体各器官的正常形态、构造、位置及其相互关系。由于研究手段、目的的不同，大体解剖学形成许多分支，例如，系统解剖学按照动物体的功能系统阐述动物体形态构造；局部解剖学阐述动物体局部有关各器官的位置及毗邻关系；发育解剖学研究动物不同生长发育阶段各器官变化规律；比较解剖学比较不同物种动物之间相同系统或器官和形态结构、位置、毗邻差异；X射线解剖学利用X射线对不同组织的透过率不同，使X射线穿过动物机体，成像于荧光屏或在胶片上显影，从而了解动物器官的形态、位置、毗邻关系等。

显微解剖学即组织学，它是采用组织切片、染色等方法，通过显微镜来观察正常动物有机体的微细结构及其与功能之间关系的科学，其研究的对象包括细胞的结构与功能、组织的细胞及其间质的构成与功能、器官的组织构成与功能等。

多细胞生物的个体发育是指受精卵经过细胞分裂、组织分化和器官的形成，直到发育成性成熟个体的过程，研究这一过程的学科称胚胎学。多细胞生物的个体发育可以分为两个阶段，即胚胎发育和胚后发育。胚胎发育是指受精卵发育成为幼体，胚后发育是指幼体从卵膜孵化或从母体内分娩以后，发育成为性成熟的个体。胚胎学研究生前的母体子宫内发育或卵膜内发育的内容为主，包括由一个简单的受精卵演变为复杂的多细胞胚胎的形态形成、组织器官的分化和生理功能的建立、躯体各部分解剖位置在发育过程中的构建及其演变的相互关系。

动物机体的各种生理功能、病理变化及疾病的防治工作，都是建立在动物有机体各器官系统的正常形态结构及相互关系基础之上的。因此，只有认识了动物机体正常的形态构造，才能了解动物的正常生理功能和需要，进而进行合理饲养和管理，科学地防病治病，

有效地控制动物的繁殖，有效地保障养殖业的发展，改善我国人民的营养结构，增强国民的体质。所以，动物解剖学与组织胚胎学是动物生产类各专业的一门重要专业基础课。

二、动物体的外形分区

根据动物体各局部的功能特点将动物体先行划分为头部、躯干和四肢，然后再根据各部分骨骼的构造特点细分为若干区域。不同动物体结构的差异，在细节分区上不尽一致。

1. 头部

头部一般再分为颅部和面部。

(1) 颅部 颅部位于颅腔周围，又分为枕部、顶部、额部、颞部和耳部。

枕部：位于头颈交界处，两耳之间。

顶部：牛、羊的顶部位于两角根之间，猪、马、犬位于颅腔顶壁。

额部：位于两眼眶之间，顶部前方。

颞部：位于眼与耳之间。

耳廓部：包括耳根与耳廓。

(2) 面部 面部位于鼻腔和口腔周围，又分为眼部、鼻部、鼻孔部、眶下部、颊部、咬肌部、唇部、颏部及下颌间隙部。

眼部：包括眼和眼睑。

鼻部：包括鼻背和鼻侧壁。

鼻孔部：包括鼻孔及其周围。

眶下部：位于鼻后部外侧，眼眶前下方。

颊部：位于口腔侧壁，为颊肌所在处。

咬肌部：位于颊部后方，为咬肌所在处。

唇部：包括上唇、下唇。

颏部：位于下唇腹侧。

下颌间隙部：位于左右下颌骨之间。

2. 躯干

躯干分为颈部、胸背部、腰腹部、荐臀部和尾部。

(1) 颈部 位于头部与胸背部、前肢之间，又分为颈背侧部、颈侧部、颈腹侧部。颈腹侧部的前部为喉部，后部为气管部。

(2) 胸背部 位于颈部与腰腹部之间。又分为背部、肋部和胸腹侧部。

背部：为颈背侧部向后的延续，前部为鬃甲部，后部为背部。

肋部：位于胸腔两侧，又称胸侧部。

胸腹侧部：位于胸腔腹侧，其前方为胸前部，位于胸骨柄附近，后部为胸骨部。

(3) 腰腹部 又分腰部和腹部。

腰部：为背部向后的延续，以腰椎为基础。

腹部：为腰椎横突腹侧的软腹壁部分。

(4) 荐臀部 又分为荐部和臀部。

荐部：为腰部的向后延续，以荐骨为基础。

臀部：位于荐部两侧。

(5) 尾部 分为尾根、尾体和尾尖。

3. 四肢

四肢分为前肢和后肢。

(1) 前肢 又分为肩带部、臂部、前臂部和前脚部。前脚部包括腕部、掌部和指部。

(2) 后肢 分为大腿部(股部)、小腿部和后脚部。后脚部包括跗部、跖部和趾部。

三、动物解剖学常用的方位术语

动物正常四肢着地站姿下,其躯体长轴(纵轴)与地面平行,头、四肢的长轴与地面垂直,横轴是与长轴垂直的轴。为了描述畜体各部及器官的方位及位置,解剖学规定了一些方位术语。

1. 基本切面 基本切面分为矢状面、横断面和水平面。

(1) 矢状面 又称纵切面,与畜体长轴平行且与地面垂直,将畜体分为左、右两半的切面。在矢状面中,经背正中轴,将畜体分为左右对称两半的矢状面称正中矢状面。

(2) 横断面 在躯体部,是指与畜体长轴垂直,把畜体分为前后两部分的切面。在四肢和器官与其长轴相垂直的切面也称为横断面。

(3) 水平面 与地面平行,与矢状面、横断面互相垂直的切面。该切面将躯体分为上下两部分。

2. 方位术语

(1) 用于躯干部的术语

头侧与尾侧:近头端为头侧;近尾端为尾侧。

背侧与腹侧:背平面上方为背侧,下方为腹侧。

内侧与外侧:离正中矢状面近的一侧为内侧,远的一侧为外侧。

内与外:在体腔和管状内脏里面为内,外面的为外。

浅与深:离体表近为浅,远为深。

(2) 用于四肢部的术语

前面和后面:四肢腕、跗以上的前方和后方。

背面和掌面或跖面:四肢腕、跗以下的前方称背面;前足、后足的后方分别称为掌面和跖面。

内侧面和外侧面:前肢、后肢的内外方。

轴侧面和远轴侧面:用于肢体的功能轴通过第3和第4指(趾)之间的动物,如牛、羊、犬等家畜的掌(跖)部和指(趾)部的方位术语,其中近功能轴的一侧为轴侧面,相对侧为远轴侧面。

有时为了表示确切方位,常采用复合术语,如背外侧面、后内侧面等。

四、学习解剖学与组织胚胎学的方法

动物解剖学与组织胚胎学均属于形态科学,其知识结构体系十分复杂。一方面各种器官均具有相对固定的形态、位置和内部构造;另一方面需要记忆的解剖名词很多,容易混淆,且由于这些名词常为专有名词,记忆起来会显得枯燥无味。但是,直观性和动物机体系统性强的特点,也是学习动物解剖学与组织胚胎学的优势。在学习时,坚持局部与整体

统一的观点、形态与结构相互依从的观点、进化发展的观点，可得到事半功倍的效果。在学习方法上，注意教材中的文字描述与插图相结合、模型与标本相结合、示意图与照片结合，在充分利用示意图和模型“简洁、突出重点”的基础上，挖掘标本和照片的真实性；坚持理论联系实际，重视利用实验课获取知识，在进行活体动物解剖时以及观察组织切片时认真记忆，以弥补教材或参考书的不足，并学习和掌握解剖技能，为学习后续课程奠定坚实的基础。

第一章 动物细胞

第一节 动物细胞的基本构造

多细胞动物体虽有数百种大小、形态、功能各异的细胞，但它们都有一个共同特点，即细胞的结构均由细胞膜、细胞质与细胞核三部分组成。动物细胞主要结构如图 1-1 所示。

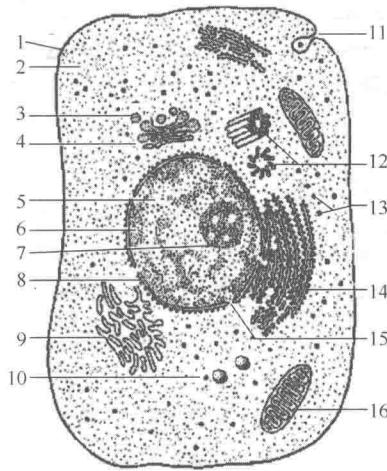


图 1-1 动物细胞主要结构示意图

- 1—细胞膜 2—细胞质 3—分泌泡 4—高尔基体 5—核基质 6—染色质 7—核仁
8—核膜 9—滑面内质网 10—溶酶体 11—吞噬小泡 12—中心体
13—游离核糖体 14—粗面内质网 15—核孔 16—线粒体

一、细胞膜

细胞膜又称为质膜，是包裹于细胞表面，将细胞与外界微环境隔离的界膜，形成一种屏障，并参与细胞的生命活动。

1. 细胞膜的结构

细胞膜的化学组成主要是脂类、蛋白质和糖类（图 1-2）。根据目前公认的生物膜液态镶嵌模型，脂类常排列成双分子层，蛋白质通过非共价键与其结合，构成膜的主体；糖类能通过共价键与膜的脂类或蛋白质的某些基团结合，组成糖脂或糖蛋白。

膜脂以磷脂和胆固醇为主，并含糖脂。它们均为极性分子，包括一个亲水极和一个疏水极。其亲水极由胆碱、乙醇胺等形成，疏水极由两条脂肪酸链形成。在水溶液中它们能自动形成双分子层结构，两层脂质分子的疏水极埋藏在内部，即膜的中央，而亲水极则露在两侧面。在膜内，脂类分子可以以自身长轴为中心做垂直于膜平面的旋转，也可以在单层内做侧向移动，即膜脂呈现整体的流动性，这种流动性受其分子中脂肪酸链非饱和程度

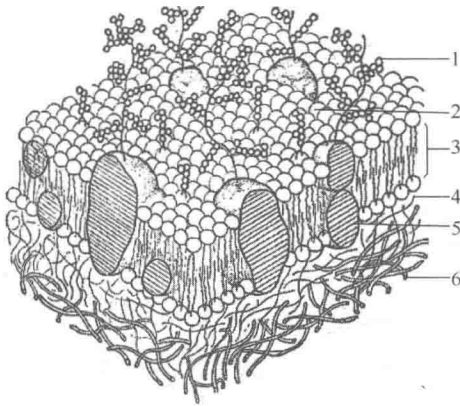


图 1-2 细胞膜结构示意图

1—糖蛋白 2—糖脂 3—磷脂双分子层
4—微丝 5—蛋白质 6—微管

的影响，也受膜中胆固醇的调节。

膜蛋白是膜执行各种功能的物质基础，可形成膜受体、载体、酶和抗原等。膜蛋白为球形蛋白质，依其与脂质分子层的关系，可将其分为内在蛋白和外在蛋白。内在蛋白占膜蛋白的 70%~80%，它们以不同的深度镶嵌于脂类双分子层中，又称为跨膜蛋白。内在蛋白表面兼具亲水性和疏水性的氨基酸基团。亲水性基团与类脂的亲水极相结合，暴露于细胞膜的内外表面；疏水性基团则包埋于脂类双分子层的疏水极区域。外在蛋白占膜蛋白的 20%~30%，蛋白表面仅有亲水性氨基酸基团，附着在细胞膜内外表面。膜蛋白可在细胞膜中侧向移动，执行其多样化的功能。

糖类只分布于细胞质膜的外表面，以寡糖链的形式分别与膜脂和膜蛋白结合，形成糖蛋白或糖脂。有的细胞（如小肠吸收细胞）表面由于寡糖链极为丰富，形成一层很厚的绒毛状糖衣或细胞衣。但多数细胞膜的糖衣薄而不易分辨。现已知绝大部分膜蛋白为糖蛋白，寡糖链参与构成其表面功能基团。糖脂可增强质膜外层的坚固性，并参与调节细胞生长、细胞分化过程中的细胞识别和免疫调节等重要功能。

细胞除质膜的超微结构呈现三层结构外，亚细胞结构中也有很多与质膜相同的膜性结构，称为细胞内膜，如细胞器膜、核膜，常把质膜和细胞内膜统称为生物膜。

2. 细胞膜的主要功能

(1) 对进出细胞物质的选择性控制 细胞膜是细胞与细胞环境间的屏障，有选择性地调控物质进出细胞。根据物质跨细胞膜交换时是否发生能量的消耗，物质运输过程包括被动运输、主动运输和膜泡运输。

①被动运输：被动运输是物质顺浓度梯度转运的过程，此过程不消耗能量，包括简单扩散和易化扩散两种形式。

a. 简单扩散：简单扩散是 O_2 、 CO_2 及其他脂溶性物质从高浓度侧向低浓度侧穿过类脂双层而扩散的形式。

b. 易化扩散：易化扩散是非脂溶性或亲水性分子，如氨基酸、葡萄糖和金属离子等，借助于质膜上内在蛋白顺浓度梯度或电化学梯度运动而发生的扩散。易化扩散一般可分为两种类型。一种是以载体为中介的易化扩散。载体是指膜上运载蛋白，它在细胞膜的高浓度一侧能与被转运的物质相结合，然后通过其本身构型的变化而将该物质运至膜的另一侧。某些小分子亲水性物质如葡萄糖、氨基酸就是靠载体转运进出细胞的。载体转运的特点有：

特异性：即一种载体只转运某一种物质，如葡萄糖载体只转运葡萄糖而不能转运氨基酸。

饱和性：即载体转运物质的能力有一定的限度，当转运某一物质的载体已被充分利用时，转运量不再随转运物质的浓度增高而增加。

竞争性抑制：即当一种载体同时转运两种结构类似的物质时，一种物质浓度的增加，将会减弱对另一种物质的转运。

另一种是以通道蛋白为中介的易化扩散。通道蛋白是一种膜蛋白，它像贯通细胞膜的一条管道，当膜电位改变或膜受到某些化学物质的作用时，通道蛋白的构型可发生改变，形成通道的开放或关闭。开放时，被转运的物质顺浓度梯度通过管道进行扩散；关闭时，该物质不能通过细胞膜。

②主动运输：主动运输是质膜上的载体蛋白将离子、营养物和代谢物等逆电化学梯度从低浓度侧向高浓度侧的耗能运输。例如，正常生理条件下，红细胞内 K^+ 的浓度相当于血浆中的 30 倍，但 K^+ 仍能从血浆进入红细胞内；红细胞内 Na^+ 浓度比血浆中低很多，但 Na^+ 仍由红细胞向血浆透出，呈现一种逆浓度梯度的运输。根据主动运输所需能量来源不同，主动运输可分为：①偶联转运蛋白：由 ATP 间接供能。②ATP 驱动泵：由 ATP 直接供能。③光驱动泵：利用光能运输物质，见于细菌。ATP 驱动泵分为 4 类：P - 型离子泵（钠钾泵）、V - 型质子泵、F - 型质子泵和 ABC 超家族。

膜泡运输：膜泡运输是大分子与颗粒物质的运输方式。对于蛋白质、多核苷酸和多糖等大分子物质以及物质颗粒，由质膜运动产生的膜性囊泡而将其内吞入胞内（胞吞作用）或外吐出胞外（胞吐作用）。胞吞作用也称入胞作用，质膜内凹将所摄取的液体或颗粒物质包裹，脂质双层融合、箍断，形成细胞内的独立小泡。动物的许多细胞均靠胞吞作用摄取物质。胞吐作用指把细胞的排出物用质膜包裹形成囊泡后，当这种囊泡与细胞膜接触后，其质膜与细胞膜相融合，封闭的膜结构开放，内容物排入细胞外。胞吞作用形成的吞噬体和吞饮泡在细胞内都可与溶酶体结合，其内容物被溶酶体酶处理，其膜以小泡方式重返细胞膜。同样，胞吐活动完成后，细胞膜也可在无明显胞吞活动的情况下形成小泡，将过多的膜返回细胞内部，这样，细胞膜与细胞内膜处于动态的平衡，称为膜再循环。

(2) 细胞通信和信息跨膜传递 细胞通信是指在多细胞生物的细胞社会中，细胞间或细胞内存在着高度精确和高效地发送与接收信息的通信机制，并通过放大机制引起快速的细胞生理反应。

信息跨膜传递是质膜的重要功能。质膜上有各种受体蛋白，能感受外界各种化学信息，将信息传入细胞后，使胞内发生各种生物化学反应和生物学效应。信息传递规律是外源性刺激直接传给膜上受体，经酶的调控产生信号，再激发另一种酶的活性，进一步显示出生物学效应。常见的信息跨膜传递途径如环磷酸腺苷信使途径、环磷酸鸟苷信使途径、磷脂酰肌醇信使途径和 Ca^{2+} 的信使机制等。

(3) 细胞识别 细胞识别指细胞通过其表面的受体与胞外信号物质分子（配体）选择性地相互作用，从而导致胞内一系列生理生化变化，最终表现为细胞整体的生物学效应的过程。细胞识别是细胞发育和分化过程中一个十分重要的环节，细胞通过识别作用和粘着形成不同类型的组织。由于不同组织的功能是不同的，所以识别本身就意味着选择。细胞识别也表现为一种生物细胞对另一种生物细胞的认识和鉴别，例如，病原微生物对宿主细胞的识别，只有能识别才能进行侵染、致病。

二、细胞质

细胞质，由细胞质基质、内膜系统、细胞骨架和包含物组成。

1. 细胞质基质

细胞质基质又称为胞质溶胶，是细胞质中均质而半透明的胶体部分，充填于其他有形结构之间。细胞质基质的化学组成可按其分子质量大小分为三类，即小分子、中等分子和大分子。小分子包括水、无机离子；属于中等分子的有脂类、糖类、氨基酸、核苷酸及其衍生物等；大分子则包括多糖、蛋白质、脂蛋白和 RNA 等。细胞质基质的主要功能是：为各种细胞器维持其正常结构提供所需要的离子环境，为各类细胞器完成其功能活动供给所需的一切底物，同时也是进行某些生化活动的场所。

2. 内膜系统

内膜系统是通过细胞膜的内陷而演变成的复杂系统，它构成各种细胞器，如内质网、线粒体、高尔基复合体、溶酶体等。这些细胞器均是互相分隔的封闭性区室，各具备一套独特的酶系，执行着专一的生理功能。

(1) 内质网 内质网是扁平囊状或管泡状膜性结构，它们以分支互相吻合成为网络，其表面有附着核糖核蛋白体的称为粗面内质网，膜表面不附着核糖核蛋白体的称为滑面内质网，两者有通连（图 1-3）。

附着在内质网上的核糖核蛋白体，其主要功能是合成分泌蛋白质（如免疫球蛋白、消化酶等），但也制造某些结构蛋白质（如膜镶嵌蛋白等）。粗面内质网虽然分布于绝大部分细胞中，而在分泌蛋白旺盛的细胞（如浆细胞、腺细胞）中特别发达，其扁囊密集呈板层状，并占据细胞质很大一部分空间。一般来说，可根据粗面内质网的发达程度来判断细胞的功能状态和分化程度。

滑面内质网多是管泡状，仅在某些细胞中发达，且因质膜内分布有不同功能的酶系而具有不同的功能。如分泌类固醇激素细胞的滑面内质网内分布着合成胆固醇所需的酶系；小肠吸收细胞和肝细胞的滑面内质网内分布着脂肪代谢的酶系；肝细胞的滑面内质网分布着参与解毒作用的各种酶系；横纹肌细胞中的滑面内质网分布 Ca^{2+} 泵，可将细胞质基质中的 Ca^{2+} 泵入、储存起来；胃底腺壁细胞的滑面内质网有 Cl^- 泵，参与盐酸的形成。

(2) 高尔基复合体 高尔基复合体在蛋白质分泌旺盛的细胞中发达。由扁平囊、小泡和大泡三部分组成，它在细胞中的分布和数量依细胞的类型不同而异。扁平囊一般有 3~10 层，平行紧密排列构成高尔基复合体的主体，该主体凸的一面称为形成面，另一面凹陷，称为成熟面，扁平囊上有孔穿通，并朝向形成面。形成面附近有一些小泡，直径为 40~80nm，是由附近粗面内质网芽生而来，将粗面内质网中合成的蛋白质转运到扁平囊，故小泡又称为运输小泡。大泡位于成熟面，是高尔基复合体的生成产物，包括溶酶体、分泌小泡等（图 1-4）。分泌泡互相融合，成为分泌颗粒。高尔基复合体对来自粗面内质网的蛋白质进行加工、修饰、糖基化与浓缩，使之变为成熟的蛋白质，

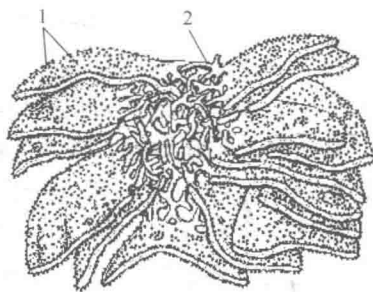


图 1-3 内质网示意图

1—粗面内质网（黑点示核糖体） 2—滑面内质网

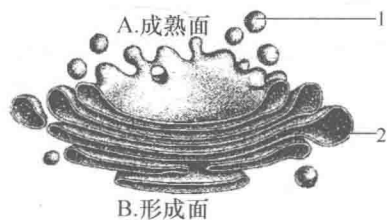


图 1-4 高尔基复合体示意图

1—分泌小泡 2—囊泡腔

如在胰岛 B 细胞中将前胰岛素加工成为胰岛素。

(3) 溶酶体 溶酶体为有膜包裹的小体，内含多种酸性水解酶，如酸性磷酸酶、组织蛋白酶、胶原蛋白酶、核糖核酸酶、葡萄糖苷酸酶和脂酶等，能分解各种内源性或外源物质。不同细胞中的溶酶体不尽相同，但均含酸性磷酸酶，故该酶为溶酶体的标志酶。按溶酶体是否含有被消化物质可将其分为初级溶酶体和次级溶酶体。初级溶酶体内含物均一，无明显颗粒，是高尔基体形成的，含有多种水解酶。次级溶酶体内容物为非均质状，除含有水解酶外，还有被作用底物。根据被作用底物的来源不同，分为自噬性溶酶体和异噬性溶酶体。自噬性溶酶体的作用底物是内源性的，即来自细胞内的衰老和崩解的细胞器或局部细胞质等。异噬性溶酶体的作用底物是经由细胞的吞饮或吞噬而

被摄入细胞内的外源物质，是溶酶体与吞噬体融合而成的，多见于吞噬了细菌的中性粒细胞和吞噬了异物的巨噬细胞。溶酶体中的底物有的被分解为单糖、氨基酸等小分子物质，它们可通过溶酶体膜进入细胞质基质，被细胞利用；有的则不能被消化（如尘埃、金属颗粒等异物、衰老细胞器的某些类脂成分），它们残留于溶酶体中，当溶酶体酶活力耗竭，溶酶体内完全由残留物占据，则称之为残余体。溶酶体动态示意图如图 1-5 所示，在哺乳动物，残余体滞留在细胞中，常见的残余体有脂褐素颗粒和髓样结构。脂褐素颗粒为不规则形，由电子密度不同的物质及脂滴构成，在光镜下呈褐色，多见于神经细胞、心肌细胞、肝细胞及分泌类固醇激素的细胞，并随年龄增长而增多。髓样结构的内部为大量板层排列的膜，可能因膜性成分消化不全所致。

(4) 线粒体 线粒体通常为杆状或椭圆形（图 1-6），横径为 0.5~1 μ m，长 2~6 μ m，但在不同类型细胞中，线粒体的形状、大小和数量差异甚大。电镜下，线粒体具有双层膜，外膜与内膜之间的腔隙称为外腔。内膜向内折叠形成皱襞称为线粒体嵴，嵴之间为内腔，充满线粒体基质。基质中常可见散在的，直径 25~50nm，主要由磷脂蛋白组成的颗粒，还含有脂类、蛋白质、环状 DNA 分子、核糖体及钙、镁、磷等元素。线粒体嵴膜上有许多有柄小球体，称为基粒。基粒中含有 ATP 合成酶，能利用呼吸链产生的能量合成 ATP，把能量储存于 ATP 中。细胞生命活动所需能量约 95% 由线粒体以 ATP 的方式提供，因此，线粒体是细胞能量代谢中心。线粒体另一个功能特点是可以合成一些蛋白质。目前推测，在

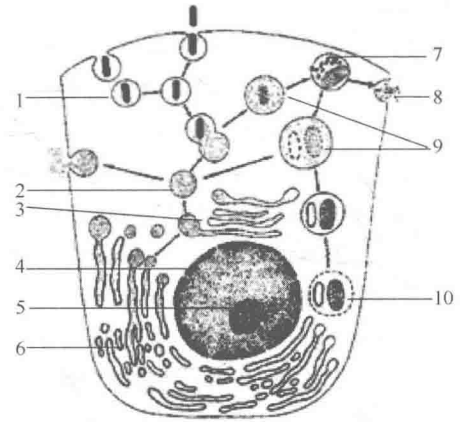


图 1-5 溶酶体动态示意图

- 1—异噬体 2—初级溶酶体 3—高尔基复合体
4—细胞核 5—核仁 6—粗面内质网 7—残余小体
8—排出残渣 9—次级溶酶体 10—自噬体

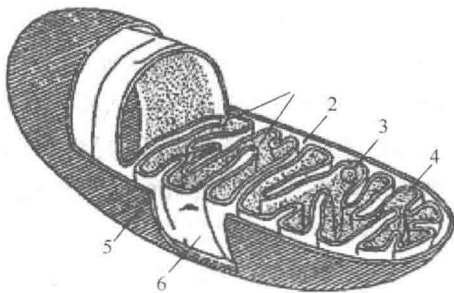


图 1-6 线粒体结构示意图

- 1—线粒体嵴 2—外腔 3—基质
4—内腔 5—外膜 6—内膜

膜，外膜与内膜之间的腔隙称为外腔。内膜向内折叠形成皱襞称为线粒体嵴，嵴之间为内腔，充满线粒体基质。基质中常可见散在的，直径 25~50nm，主要由磷脂蛋白组成的颗粒，还含有脂类、蛋白质、环状 DNA 分子、核糖体及钙、镁、磷等元素。线粒体嵴膜上有许多有柄小球体，称为基粒。基粒中含有 ATP 合成酶，能利用呼吸链产生的能量合成 ATP，把能量储存于 ATP 中。细胞生命活动所需能量约 95% 由线粒体以 ATP 的方式提供，因此，线粒体是细胞能量代谢中心。线粒体另一个功能特点是可以合成一些蛋白质。目前推测，在