



中等卫生职业教育课程改革规划教材

供护理、助产、药剂及其他医学相关专业使用

生物学与生物化学基础

SHENGWUXUE YU SHENGWU HUAXUE JICHU

主编 韩华君 罗 蓉



第四军医大学出版社

中等卫生职业教育课程改革规划教材

供护理、助产、药剂及其他医学相关专业使用

生物学与生物化学基础

主 编 韩华君 罗 蓉

编 者 (按姓氏笔画排序)

刘宏家 罗 蓉

莫建杰 韩华君

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目(CIP)数据

生物学与生物化学基础/韩华君,罗蓉主编. —西安:第四军医大学出版社,2010.8

ISBN 978 - 7 - 81086 - 828 - 0

I. 生… II. ①韩… ②罗… III. 生物学 - 专业学校 - 教材;生物化学 - 专业学校 - 教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 151210 号

生物学与生物化学基础

主 编 韩华君 罗 蓉

责任编辑 土丽艳

执行编辑 文 闻

出版发行 第四军医大学出版社

地 址 西安市长乐西路 17 号(邮编:710032)

电 话 029 - 84776765

传 真 029 - 84776764

网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>

印 刷 蓝田立新印务有限公司

版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 10.75

字 数 240 千字

书 号 ISBN 978 - 7 - 81086 - 828 - 0/Q · 35

定 价 24.00 元

(版权所有 盗版必究)

中等卫生职业教育课程改革规划 教材编委会

主任委员	王生云		
副主任委员	曾乐强	王建武	苏国荣
委员	(以姓氏笔画排序)		
	王玉栋	王学纯	王登文
	刘颖	刘宏家	许晓光
	李国刚	李春生	顾莉莉
	唐国才	樊胜利	

前 言

为了适应卫生职业教育的新形势，推动中等职业教育改革，提高护理专业学生执业资格考试通过率，我们编写了此教材，主要供护理、助产专业使用，同时也供药剂及其他医学相关专业使用。

本书内容共有十四章，主要包括细胞、蛋白质及其代谢、核酸的结构与功能、酶、维生素、糖类及其代谢、脂类及其代谢、水盐代谢、肝胆生物化学、单基因遗传、多基因遗传、染色体畸变、优生及遗传病的防治等内容。教材突出理论联系实际，培养学生动手、动脑的能力。内容深入浅出，通俗易懂，各章前有学习目标、章内有重点提示、章后有复习题，便于学生复习。复习题紧扣教材，并附有部分答案。同时，教材后安排实践内容，培养学生的动手能力和科学求实的严谨作风。

编写过程中我们参考并吸收了部分医学院校生物学、生物化学及遗传与优生教材，在此向这些教材的编者表示衷心的感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，教材难免存在欠缺和遗漏之处，敬请使用本教材的老师和同学们批评指正。

韩华君

2010年4月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 生物学与生物化学对人类医学发展及健康的意义	(2)
第二章 细胞	(4)
第一节 概述	(4)
第二节 细胞膜	(5)
第三节 细胞质	(7)
第四节 细胞核	(12)
第五节 细胞增殖	(14)
第六节 人类染色体	(20)
第三章 蛋白质及其代谢	(26)
第一节 蛋白质的分子组成及性质	(26)
第二节 蛋白质的营养作用	(28)
第三节 蛋白质的分子结构	(29)
第四节 氨基酸代谢	(33)
第四章 核酸的结构与功能	(42)
第一节 核酸的分子组成	(42)
第二节 基因及基因突变	(46)
第三节 DNA 的功能	(48)
第四节 RNA 的结构与功能	(51)
第五节 蛋白质的生物合成	(53)
第六节 核苷酸代谢	(56)
第五章 酶	(60)
第一节 概述	(60)
第二节 酶的结构和功能	(61)
第三节 影响酶促反应速率的因素	(63)
第四节 酶与医学的关系	(65)
第六章 维生素	(69)
第一节 脂溶性维生素	(69)
第二节 水溶性维生素	(70)

第七章 糖类及其代谢	(73)
第一节 概述	(73)
第二节 糖的分解代谢	(74)
第三节 糖原合成和分解	(79)
第四节 糖异生	(81)
第五节 血糖	(82)
第八章 脂类及其代谢	(86)
第一节 概述	(86)
第二节 脂肪的代谢	(87)
第三节 酮体的生成及利用	(89)
第四节 胆固醇的代谢	(90)
第五节 血浆脂蛋白的代谢	(92)
第九章 水盐代谢	(96)
第一节 人体的体液	(96)
第二节 水和无机盐的生理功用	(97)
第三节 水与无机盐代谢	(98)
第四节 钙磷代谢	(100)
第十章 肝胆生物化学	(103)
第一节 肝在物质代谢中的作用	(103)
第二节 肝的生物转化作用	(104)
第三节 胆汁酸代谢	(107)
第四节 胆色素代谢	(109)
第十一章 单基因遗传	(113)
第一节 分离定律	(113)
第二节 自由组合定律	(125)
第三节 连锁与互换定律	(128)
第十二章 多基因遗传及多基因遗传病	(135)
第一节 多基因遗传	(135)
第二节 多基因遗传病	(136)
第十三章 染色体畸变与染色体病	(140)
第一节 染色体畸变	(140)
第二节 皮肤纹理	(142)
第三节 染色体疾病	(145)
第十四章 优生及遗传病的防治	(149)
第一节 优生学	(149)

第二节	遗传病的防治	(150)
实验指导		(152)
实验一	动植物细胞结构	(152)
实验二	酶活性的观察	(152)
实验三	血清丙氨酸氨基转移酶活性的测定	(155)
实验四	血糖的测定	(156)
实验五	遗传病分析	(158)
实验六	人类皮肤纹理的分析	(159)
参考文献		(161)

第一章 绪 论

【学习目标】

熟悉：生物学与生物化学的概念及研究内容。

了解：生物学与生物化学对人类医学发展及健康的意义。

第一节 概 述

一、生物学与生物化学的概念

生物学即生命的科学，是最早的自然科学之一，主要研究生命现象和生命活动的规律，包括研究各个时期生物的种类、结构、功能、生长发育、遗传变异以及与环境的关系。生命的基本结构和功能单位是细胞。有些生物由原核细胞构成，有些生物由真核细胞构成。人是生物的一种，是生物学的重要研究对象之一。

生物化学是生命科学中最古老的学科之一。我国劳动人民在古代就利用生物化学知识进行生产实践，如酿酒、制醋等。生物化学是研究生命化学的科学，是在分子水平探讨生命现象本质的一门学科。通过对生命物质的化学组成、结构及生命过程中各种化学变化的探讨，揭示了生命现象的本质。生物化学的研究始于 18 世纪，20 世纪后得到快速发展。目前对生物化学的研究已深入到各种生命现象如运动、神经、内分泌、疾病等的分子机制。随着科学的发展，生物化学与生命各学科间在理论知识和技术上逐渐相互渗透。分子生物学是生物化学分支学科，其与遗传学、生理学等结合为分子遗传学、分子生理学，现在又出现发育生物学、结构生物学等。目前这些学科有统一的趋势，称为 21 世纪生命科学。

二、生物学与生物化学研究的主要内容

1. 研究生物体的物质组成 生物体主要由蛋白质、核酸、糖类、脂类这些大分子有机物以及水、无机盐等小分子物质组成。

2. 研究细胞的结构和功能 生物体的基本结构和功能单位是细胞。通过对细胞基本结构的认识，进一步熟悉细胞的重要功能及细胞的增殖。

3. 研究生物体的物质代谢过程 物质代谢过程在细胞内进行，是最为复杂的化学变化过程，也是生物学与生物化学研究的重要方面，包括合成代谢、分解代谢、代谢的相互联系及能量代谢几方面的内容。

4. 研究生物分子的结构与功能 通过对生物大分子例如蛋白质、核酸、酶结构的

生物学与生物化学基础

认识,揭示结构与功能之间的关系。

5. 研究生物的遗传和变异现象及其规律 通过对人体遗传物质的结构、遗传信息的传递规律及遗传与变异现象的研究,揭示遗传现象本质及规律。孟德尔是研究遗传现象的先驱者;1953年DNA双螺旋结构的揭示,使遗传现象的研究进入到分子水平;近年来遗传信息表达与调控机制已逐渐被了解,遗传理论和技术在生产生活和临床医学实践中不断发挥重要作用。

第二节 生物学与生物化学对人类医学发展及健康的意义

一、生物学及生物化学的发展历史

在古代,自然科学还没有发展,人们对丰富多彩的生物界迷惑不解。有些人开始研究一些人力所及的生物,对其进行形态观察和分类等,这就是早期的生物学。

20世纪40年代以来,生物学吸收了物理学、化学等学科的成就,逐渐发展成一门独立学科。由于生物种类的多样性,也由于人们对生物的了解越来越多,生物学的划分也就越来越细,出现各种生物学的分支学科。

现在人们已经认识到生命是物质的一种运动形态。生命现象就是这一复杂系统中物质、能量和生物信息综合运动与传递的表现。近年来人们又发现了比病毒还要简单的类病毒,它的构成成分只有核酸,没有蛋白质。另外还有一类只有蛋白质却没有核酸的生物——朊粒,这些生命形态的存在使人们对生命又有了进一步的思考。

二、生物学与生物化学对人类医学发展及健康的意义

1. 为进一步学习医学基础及临床课程提供了必要的理论基础 生物学及生物化学是现代科学的前沿学科,是生命科学各个领域的基础和核心,不论是宏观方面对生态系统的研究或微观方面对分子水平的研究,都在不断飞速发展。同时又与众多科学相互结合、相互渗透。尤其是生物化学在当今已成为生物学和医学许多领域的基本语言,是生物、医学各学科之间相互联系的纽带,生物学各学科乃至基础医学和临床医学的各个领域的问题都需要应用生物化学的理论和实验技术解决。

2. 与临床医学的关系密切,推动医学各学科的发展 近代医学的发展经常运用生物学与生物化学的理论和方法诊断、治疗和预防疾病,同时许多疾病的机制也需要从分子水平上加以探讨。从分子水平探讨各种疾病的病因、发病机制是当代医学研究的热点。几乎所有疾病发生时体内的化学分子、化学反应都会发生变化,许多生化研究阐明了疾病的机制。近年来发病率逐年上升的心脑血管疾病、代谢性疾病、肿瘤等通过分子水平研究,为病因、诊断及治疗提供了重要的依据。

3. 对疾病的防治具有重要意义 21世纪是生命科学和生物技术的时代。自1997年无性生殖技术成功克隆了多莉羊后,利用动物的体细胞不断成功克隆出与其基因相同的子代,如克隆鼠、克隆猪等。在2007年底,美国科学家又通过运用体细胞核移植技术成功克隆出灵长类动物的胚胎干细胞株。生命科学和生物技术的重大突破,将

在医学等领域引发新的科技革命，并有可能从根本上解决疾病治疗的各种难题。

当今人口数量激增，同时各种遗传病的发病率不断上升严重威胁人口质量。研究表明，新生儿中各种遗传病患者所占的比例在 3%~10.5%。揭示遗传病发生的原因，找到控制和治疗遗传病的方法无疑是生物学及生物化学研究的一项重要而紧迫的任务。遗传病的早期诊断能避免或减少遗传病患儿的出生，减轻家庭和社会的沉重负担。对已存在遗传病的个体，基因治疗是一种值得期待的方法，在实验动物上对几种遗传病的基因治疗已取得初步成功。随着基因工程技术的发展，基因治疗将成为控制和治疗人类各种相关疾病的有效方法。

习 题

思考题

1. 生物学与生物化学研究的主要内容。
2. 生物学与生物化学对人类医学发展和健康的意义。

(罗 蓉)

第二章 细 胞

【学习目标】

掌握：细胞的基本结构和功能，人类染色体的化学组成及染色体的形态结构、分类和数目，有丝分裂与减数分裂的主要区别。

熟悉：减数分裂的生物学意义。

了解：人类精子和卵子的发生过程。

第一节 概 述

除病毒之外，自然界的一切生物都是由细胞组成的。细胞是生物体形态结构和生命活动的基本单位。细胞各部分形态和功能的变化在一定程度上反映了机体的生理、病理变化。因此，只有对细胞的结构和功能有了一定的了解，才能对生物体的生命活动规律有明确的认识。

一、原核细胞

因没有典型的核结构而得名。其结构简单，体积小，具有细胞膜、核物质和少数简单的细胞器，但无内膜系统和核膜。

二、真核细胞

一般认为真核细胞是由原核细胞进化而来的，但其结构比较复杂，不仅有核膜，而且有许多细胞器和细胞骨架，主要的特征是有完整的细胞核。

【重点提示】

原核细胞结构简单，体积小；真核细胞结构比较复杂，有核膜，许多细胞器和细胞骨架。两者主要的区别是真核细胞有完整的细胞核。

第二节 细 胞 膜

一、细胞膜的概念

细胞膜是细胞质和外界相隔的一层薄膜，又称质膜，它把细胞内的物质与外界隔开，使其成为一个相对独立的功能单位。

细胞膜在光学显微镜下难以分辨，在电镜下观察，细胞膜由内、外两层致密的深色带和中间一层疏松的浅色带构成，一般把细胞膜的三层结构作为一个单位，称为单

位膜（图 2-1）。除细胞膜外，在细胞质中的一些细胞器和细胞核的表面也有一层薄膜。通常将细胞外表面的膜称为细胞外膜或细胞质膜，而将细胞内各种膜相结构的膜称为内膜或内膜系统。内膜与细胞膜一样也具有三层结构，只是膜的厚薄和成分不同，因此，通常把细胞的所有膜统称生物膜。

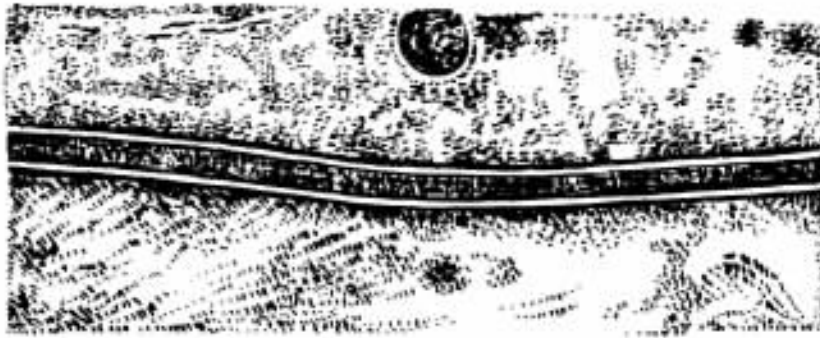


图 2-1 电镜下细胞膜结构

二、细胞膜的化学组成

细胞膜主要由类脂、蛋白质、少量的糖类组成，各成分含量分别约占总量的 50%、40%、2%~10%。此外，细胞膜中还含有少量水分、无机盐与金属离子等。

三、细胞膜的分子结构

细胞膜的分子结构经电镜观察及多实验事实支持，目前仍被广泛接受的是美国的 S.J.Singer 和 G.L.Nicholson 于 1972 年提出的“流体镶嵌模型”学说。流体镶嵌模型认为：液态可活动的脂质双分子层构成了细胞膜的基本骨架，亲水的头端分别朝向细胞膜的内、外表面，疏水的尾端朝向膜的中央，所有这些类脂分子排列得都很整齐。蛋白质分子以球状形式镶嵌在类脂双分子层之间（称镶嵌蛋白）或附着在其表面（称附着蛋白），这些蛋白质分子能在脂类双分子层内或其表面移动，并具有重要的生理功能（图 2-2）。糖分子与脂类和蛋白质结合成糖脂、糖蛋白，伸展在细胞外表面构成细胞外被，具有支持、细胞识别、物质交换等作用。由此可见，细胞膜具有对称性和流动性的特点。

四、细胞膜的功能

1. 维持细胞的完整性，保持一定的细胞形态。
2. 进行物质交换，维持细胞内环境的相对稳定。

（1）单纯扩散：单纯扩散是指脂溶性小分子物质从细胞膜的高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程。进行单纯扩散时，物质移动所需要的能量来自高浓度溶液本身所含的位能，因此，单纯扩散不消耗代谢能。由于细胞膜的基架是脂质双分子层，因此，只有脂溶性物质才能以此方式转运，如 O_2 、 CO_2 、 NH_3 、乙醇等。

（2）易化扩散：易化扩散是指水溶性或脂溶性很小的小分子物质在膜蛋白的帮助

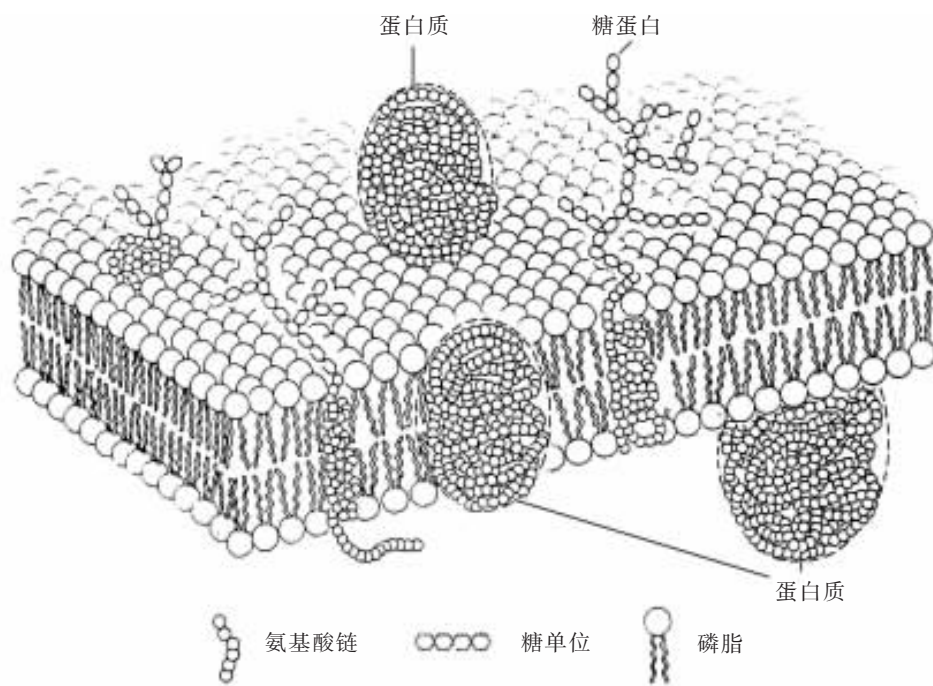


图 2-2 细胞膜液态镶嵌模型

下，由高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程。根据参与的膜蛋白不同，将易化扩散分为两种：经载体的易化扩散和经通道的易化扩散。“载体”和“通道”是指一些贯穿脂质双分子层的镶嵌蛋白质。

①经载体的易化扩散：载体在细胞膜的一侧与被转运物质相结合，通过本身构型改变而将物质运到膜的另一侧。如葡萄糖、氨基酸等物质就是由相应的载体转运的。

②经通道的易化扩散：通道贯通细胞内外并带有闸门装置，开放时被转运的物质通过，关闭时物质转运停止。各种离子的易化扩散主要通过这种方式进行。细胞膜上的离子通道有 Na^+ 通道、 K^+ 通道、 Ca^{2+} 通道等，它们可分别让不同的离子通过。通道的开闭是“闸门”控制的，故通道又称为门控通道。门控通道有两种，一种是由膜两侧电位差变化引起闸门开闭的通道，称电压门控通道；另一种是由化学物质引起闸门开闭的通道，称为化学门控通道。

由此可见，单纯扩散和易化扩散都是顺浓度差或顺电位差进行的，细胞本身不消耗能量，都属于被动转运。

(3) 主动转运：离子或小分子物质逆浓度差或逆电位差的耗能转运过程，称为主动转运。主动转运需要在膜上“泵”的作用下进行，细胞膜上有许多离子泵，离子泵也是一种膜蛋白，具有 ATP 酶的活性，也称 ATP 酶，可将细胞内的 ATP 水解为 ADP，并能利用其释放的能量完成转运过程。

细胞膜上有许多离子泵，最主要的是 Na^+-K^+ 泵，简称 Na^+ 泵， Na^+ 泵实际上是一种 Na^+-K^+ 依赖式 ATP 酶。当细胞内 Na^+ 浓度增高和（或）细胞外 K^+ 浓度增高时， Na^+ 泵就被激活，将细胞外 K^+ 运到细胞内，同时将细胞内 Na^+ 运到细胞外，从而形成和保持细

胞内高 K^+ 、低 Na^+ ，而细胞外高 Na^+ 、低 K^+ 的生理状态。据测定，正常状态下，细胞内 K^+ 的浓度约为细胞外液中的 30 倍，而细胞外液的 Na^+ 浓度约为细胞内液中的 12 倍。

(4) 出胞和入胞：出胞和入胞是指大分子物质或团块物质通过细胞膜的方式。大分子或团块物质通过细胞膜的运动从细胞内排至细胞外的过程称出胞。出胞主要见于细胞的分泌活动以及神经细胞轴突末梢的递质释放活动。大分子或团块物质通过细胞膜的运动从细胞外进入细胞内的过程称入胞，入胞主要包括吞噬和吞饮两种形式，吞噬是指固体物质的入胞过程，如粒细胞吞噬细菌的过程；吞饮是指液态物质的入胞过程，如小肠上皮对营养物质的吸收。

3. 细胞膜的受体功能。

4. 与细胞识别、细胞粘连和细胞运动等有关。

【重点提示】

吞噬是指固体物质的入胞过程，如粒细胞吞噬细菌的过程；吞饮是指液态物质的入胞过程，如小肠上皮对营养物质的吸收。

【重点提示】

细胞膜的物质交换包括：单纯扩散、易化扩散、主动转运、入胞和出胞作用。

第三节 细胞质

一、细胞质的概念

细胞质是指细胞膜以内细胞核之外的区域。在这个区域内有细胞基质、细胞骨架和各种细胞器（图 2-3）。

二、细胞器

（一）线粒体

1. 结构 线粒体是细胞质中一种体积较大的细胞器。光镜下，线粒体的形状多种多样，一般呈线状，也有粒状或短杆状。电镜下，线粒体由两层单位膜套叠而成的囊状结构。外膜平滑，内膜向内折叠形成嵴，两层膜之间的空腔称膜间腔或内腔，嵴与嵴之间的腔称为嵴间腔或称内腔，期间充满线粒体基质，其中含有蛋白质、酶类、脂类、DNA、核糖体等。嵴上附着有许多排列规则、带柄的球形小体，称基本颗粒，简称基粒。基粒可分为头部、柄和基片三部分。每一个基粒就是一个 ATP 酶复合体，其主要功能是合成 ATP。

2. 功能 线粒体是细胞内有氧呼吸和供能的场所，细胞生命活动所需能量 95% 来自线粒体，因此线粒体有细胞“动力工厂”之称。

(1) 生物氧化：各种营养物质在体内彻底氧化分解生成 CO_2 和 H_2O 并释放能量的过程称为生物氧化。线粒体是物质进行生物氧化的主要场所。线粒体内膜上按一定顺序整齐排列着一系列递氢体和递电子体，能将代谢产生的氢和电子传递给氧生成水，称其为呼吸链。

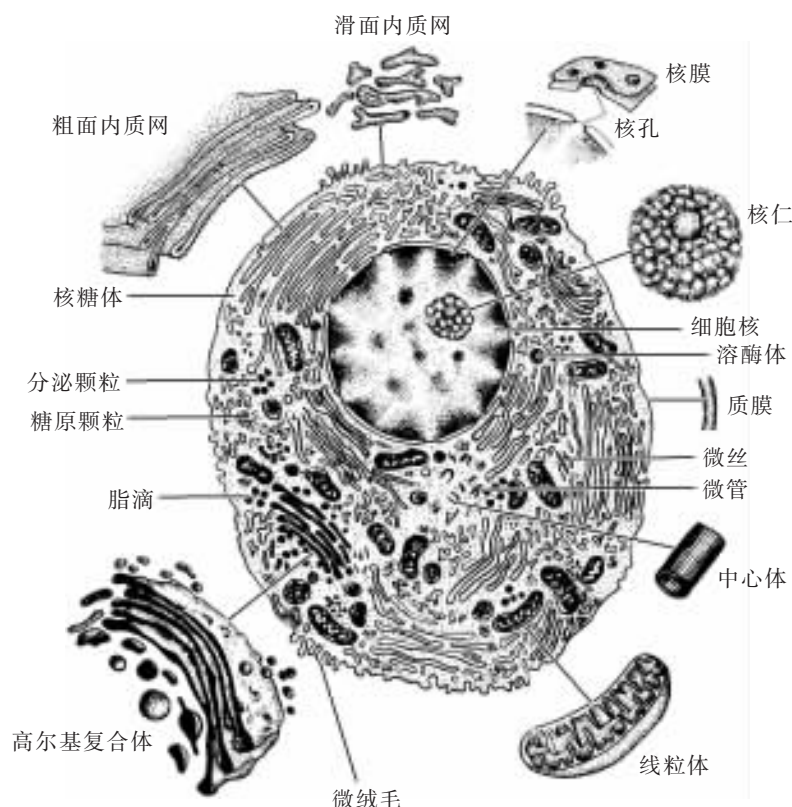


图2-3 动物细胞结构模式图

(2) 线粒体内的呼吸链：线粒体内有两条主要的呼吸链，分别是 NADH 氧化呼吸链和 FADH_2 氧化呼吸链。其中 NADH 氧化呼吸链是体内最主要的呼吸链（图 2-4）。2 个氢原子通过 NADH 氧化呼吸链传递可生成 2.5 分子三磷酸腺苷（ATP）；通过 FADH_2 氧化呼吸链可生成 1.5 分子 ATP。

【重点提示】

各种营养物质在体内彻底氧化分解生成 CO_2 和 H_2O 并释放能量的过程称为生物氧化。

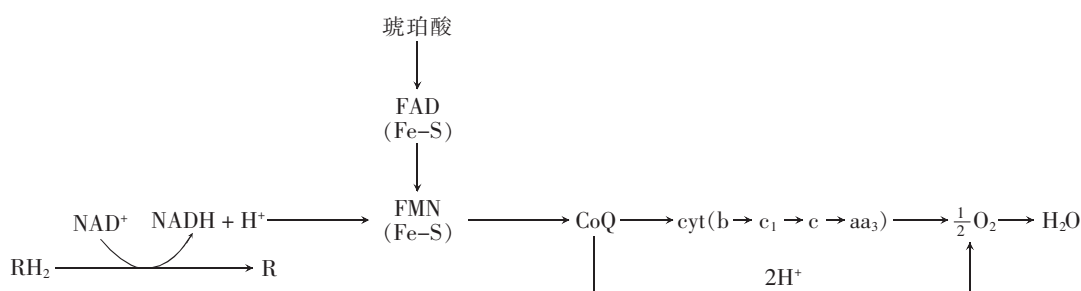
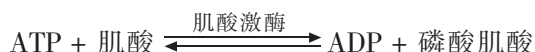


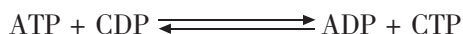
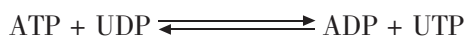
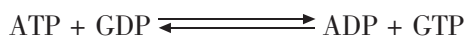
图 2-4 体内两条重要的呼吸链

(3) ATP 的生成及储存利用：人体内的许多生理活动都需要能量的供应才能正常进行。能量的来源主要通过营养物质的分解产生，这些营养物质分解释放的能量不能被机体利用，须经呼吸链生成 ATP，这种生成 ATP 的方式称为氧化磷酸化，是体

内生成 ATP 的主要方式。ATP 分解可为体内的各种活动直接供能。ATP 不仅是机体所需能量的直接供应者，而且在能量的储存、利用等方面发挥着不可替代的作用，被称为体内的“能量货币”。ATP 中的能量还可以以磷酸肌酸的形式储存起来，但磷酸肌酸不能直接为机体供能。当体内耗能过多导致 ATP 不足时，磷酸肌酸又将高能键交给 ADP 生成 ATP，由 ATP 为生理活动提供能量。



体内生物合成反应主要由 ATP 来直接供能，但有些合成反应还需要其他的高能化合物供能。例如蛋白质的合成需要三磷酸鸟苷（GTP）供能，糖原的合成需要三磷酸尿苷（UTP）供能，磷脂的合成需要三磷酸胞苷（CTP）供能。这些物质的生成都是由 ATP 把它的高能磷酸键分别交给相应的二磷酸核苷生成。反应式如下：



另外，线粒体有自身的 DNA 和遗传体系——线粒体 DNA，能够表达和独立地进行蛋白质的翻译，表明线粒体有一定自主性。但是，线粒体基因组的基因数量有限，它的遗传系统受控于细胞核遗传系统。因此，线粒体只是一种半自主性的细胞器。

【重点提示】

氧化磷酸化是体内 ATP 生成的主要方式，磷酸肌酸是 ATP 的一种储能形式，ATP 还可以转化成 GTP、UTP、CTP。

（二）内质网

1. 形态结构 内质网是由一层单位膜形成的形状大小不同的小管、小泡及扁平囊状结构，它们互相连通形成连续的网状膜系统，是一种复杂的内膜结构，由于它靠近细胞质的内侧，故称内质网。它外与细胞膜相连，内与核膜的外膜相通，将细胞中的各种结构连成一个整体。

2. 分类 根据内质网有无核糖体附着，将内质网分为粗面内质网和滑面内质网。管腔膜的外表面有核糖体附着，称为粗面内质网；管腔膜的外表面无核糖体附着，称为滑面内质网。

3. 功能

（1）滑面内质网无核糖体附着，由分支小管和球形小泡构成，其功能是参与脂类的合成，糖原的合成、分解及解毒作用。

（2）粗面内质网的表面有核糖体附着，它的功能与核糖体相关联，核糖体是蛋白质合成的场所，所以其功能主要是进行蛋白质的合成与转运及蛋白质的修饰加工等。

内质网是一种动态结构的细胞器，它的形态、位置、大小以及它在细胞内总量和两种内质网的比例都随着细胞的类型、活动水平和发育时期而有所不同。

幼年细胞内质网较少，成熟细胞功能旺盛时则多，衰老细胞功能减退时则少。

（三）高尔基复合体

1898 年，意大利人卡米洛·高尔基（Camillo Golgi, 1844—1926）在光学显微镜下